TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I.S.T.

85

"LUSALITE"

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

fibro-cimento nacional

EM

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 3948 — 2 8941 — **LISBOA** — Telegramas: Lusalite

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
85
Maio-1937

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
MANUEL BRAVO
ADMINISTRADOR
LUÍS GUIMARÃIS LOBATO
CORPO REDACTORIAL
J. AUGUSTO DOS SANTOS
JOSÉ M. P. ATHAYDE
LUÍS M. FORTE

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
TELEFONE 2 7784 // LISBOA

SUMÁRIO

		Págs.
Bodas de Prata	Dr. A. de Mira Fernandes	219
Estudo sôbre a acção das vagas no molhe em construção no pôrto do Funchal	Eng. José Belard da Fonseca	221
O frigorífico do novo matadouro da cidade de Lisboa	Eng. João Mendes Leal	234
Determinação da fibra média dos arcos de alvenaria	Manuel Bravo	242
Revestimento de túneis	José Augusto dos Santos	250
Noticiário		251
Notas Bibliográficas		251
Publicações recebidas		252

PERMITIDAS AS TRANSCRIÇÕES QUE INDIQUEM:
"TECNICA,,
REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

Engenheiro Civil I. S. T.

Ricardo E. Teixeira Duarte

Captagens de água subterrânea
Sondagens e Poços artezianos
Fundações em terrenos aquíferos

RUA AUGUSTA, 280, 4.º (ELEVADOR)

Telefone 2 3962

LISBOA

EMULSÕES
de asfalto para estradas

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
EMULSÃO
·EPA·
RUA DOS BACALHOEIROS - 125 - 2.º LISBOA

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 2 0879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

EMPREZA DE CIMENTOS DE LEIRIA
MARCA REGISTADA
LIZ
FABRICA EM MACEIRA-PORTUGAL
CIMENTO PORTLAND ARTIFICIAL

Barricas de 180 kilos

Sacos de juta de 50 kilos

Sacos de papel de 50 kilos

Sede: Rua do Caes de Santarem, 64, 1.º — LISBOA
Filial do Norte: Rua Formosa, 297, 1.º — PORTO
AGÊNCIAS EM TODO O PAÍS

TABELAS DE RESISTÊNCIA DE MATERIAIS

DO

Professor V. FERREIRA

2.ª EDIÇÃO

À VENDA NA

Associação dos Estudantes do I. S. T.

União Eléctrica Portuguesa, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 243 — PORTO

CAPITAL { Acções..... 40:000 contos
Obrigações 11:000 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração : 700 quilómetros

Facilidade para electrificação de fábricas e linhas distribuïdoras nas zonas de PORTO, Braga, Coimbra, Figueira da Foz, Leiria, Alcobaça, Tomar, Caldas da Rainha, etc.

Consultai as nossas tarifas

CIMENTO

SECIL

Experimentem a nova embalagem em sacos de papel, absolutamente segura, impermeável e sem devolução

Delegação em Lisboa: R. DO COMERCIO, 56, 3.º

Endereço telegráfico: SECIL-Lisboa
TELEFONES : 2 8201, 2 8202 e 2 9166

FÁBRICA EM OUTÃO (SETÚBAL)

Azeitão 404 Setúbal 283

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas

Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofisico

Consolidação e impermeabilisação de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, etc.

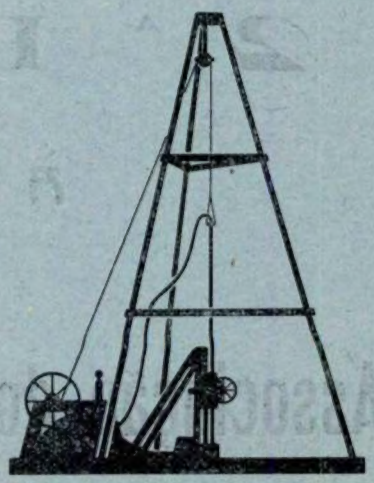
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da agua friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

TÉCNICA

MANUEL BRAVO
DIRECTOR

ANO XII - N.º 85 MAIO DE 1937

BODAS DE PRATA

PELO DR. A. DE MIRA FERNANDES

(PROFESSOR DO I. S. T.)

Fêz vinte e cinco anos, em 13 de Novembro findo, o Instituto Superior Técnico, no exercício da sua missão docente, se não nos textos de lei que lhe conferiram existência e personalidade.

Desde a primeira hora servidor leal dos seus destinos, colaborador estrénuo, embora modesto, da sua obra, apraz-me lembrar esta data, ainda próxima, da sua instituïção, e já quási longínqua, da minha investidura docente. E, como a essa comemoração desejo acrescentar breves palavras de desmaiado panegirico, que são também um comentário de saüdade, peço vénia a todos aqueles que, desde o início, comigo vêm defendendo o seu prestígio, realizando os seus intentos, servindo a sua causa.

*
* *

A pobrêsa das suas instalações, a miséria dos seus recursos materiais, a hostilidade surda ou expressa dos interesses criados (uma ou outra vez sob o disfarce de direitos adquiridos); a descrença de muitos, a indiferença do maior número; nada impediu que o Instituto, numa rápida afirmação de vitalidade, ocupasse, a breve trecho da sua criação, um lugar de honrosa referência, no elenco das escolas superiores do País. Porquê?

Não faltaram, a contrariar os seus primeiros passos, nem as dificuldades de recrutamento dum numeroso pessoal docente, nem as incertezas de adaptabilidade duma estruturação escolar que era nova na nossa terra, nem os impedimentos que as deficiências e reservas do meio industrial opunham a um bom tirocínio dos futuros engenheiros. E a Escola medrou, os seus diplomados afirmaram, nos serviços públicos e particulares, preparação e competência profissional, o seu esfôrço impôs-se ao respeito e simpatia da nação, em termos de poder resistir, airosamente e sem favoritismos, a novas arrancadas duma injusta e suspeita emulação que a acção do tempo, a confirmação do êxito, a clareza de intuitos e a nobreza de processos se incumbiram de elucidar e amortecer. Porquê?

Professores de variadas procedências, formados em escolas diversas, sem anterior convívio espiritual, sem aquela presunção de afinidades que uma origem comum, a tantos títulos, determina (alguns dêles *velando as armas* nas vésperas da inauguração da Escola); alunos de proveniências ainda mais dispares, que ingressavam no Instituto em alturas diferentes do seu curso (uns na parte geral, outros nos primeiros anos das especialidades); tôda esta comunidade, docente e discente, se inte-

grou na mesma aspiração, se amoldou às mesmas normas, se devotou à mesma causa. É verdade que essa causa era a sua! A experiência era crucial. E vingou.

Porquê?

Por que feliz acêrto se conjugaram, em tão manifesta conformidade de ideais e de esforços, em tão unânime convergência de aspirações e desígnios, as iniciativas dum conjunto tão numeroso e tão heterogéneo? E porque razões imperiosas (não as julgo aleatórias) coroou a vitória êste audacioso empreendimento?

É certo que a criação, em Lisboa, duma escola superior de engenharia era necessária e foi oportuna. Impunham-na fortes motivos de ordem cultural e de ordem económica; auguravam-lhe alento favoráveis auspícios dum incremento industrial que a Escola, por sua vez, veiu instigar e robustecer. O presságio, porém, por muito que animasse a actividade escolar de professores e alunos, não justifica, só por si, a pujança inicial e a solidez progressiva da instituïção.

Em que medida e de que maneira contribuiram, para tão feliz resultado, a posse efectiva e o uso prudente e judicioso duma ampla autonomia, administrativa e pedagógica, sob a discreta superintendência do Estado?

Até que ponto concorreram, para o engrandecimento da Escola, a personalidade e flexibilidade dos programas, orientadas no sentido dum máximo rendimento do ensino?

Quanto deve o conseguimento dessa comunhão de ideais, a que atrás aludo, ao espírito de colaboração, entre professores e alunos, por todos manifestado e cultivado, desde a primeira hora, promovendo iniciativas, suscitando curiosidades, estimulando vocações; e creando, sobretudo, hábitos de trabalho e a confiança no próprio esfôrço?

Sem ecolálias, nem lições de parada; sem pretensiosas invocações de autoridade, nem inoportunas atitudes de desconfiança; sem aparatos de exposição, nem reservas de crédito; teria sido esta simplicidade do ensino uma determinante primacial dos seus assinalados benefícios? Um incentivo ao entendimento e uma fiança de sinceridade? Um aliciador de vontades e um despertador de interêsses?

Não caberiam respostas nesta brevíssima comemoração, nem delas carecem aqueles a quem (ainda no intuito dum saüdoso *remember*), se dirigem as preguntas: e são todos os que têm contribuido, com uma parcela do seu esfôrço, um quinhão da sua fé, um pedaço da sua alma, para a creação e para o engrandecimento da instituïção escolar. Não há, talvez, um conjunto de respostas que reuna a maioria dos sufrágios; mas há, certamente, uma ou outra que seria aprovada por aclamação.

E essa unanimidade bastará, como justificação do êxito; como critério de convergência de propósitos; como signo de existência duma fôrça de gravitação, de incontestável predomínio, que a todos solicitou e determinou; e ainda como penhor da nossa fidelidade a uma ideia que nos nobilita, pelo seu triunfo, e a um sentimento que nos eleva pelo seu desinteresse.

O Instituto Superior Técnico tem hoje uma casa; oxalá continue a ser um lar.

Lisboa, Janeiro de 1937.

Estudo sôbre a acção das vagas no molhe em construção no pôrto do Funchal

Ensaios com modelos reduzidos

PELO ENG.º JOSÉ BELARD DA FONSECA
(I. S. T.)
PROFESSOR DO I. S. T.

Tendo sido, em 1935, resolvido pela Sociedade de Empreitadas e Trabalhos Hidráulicos, Ltd.ª, adjudicatária das Obras do Pôrto do Funchal, executar ensaios, com modelos reduzidos, sôbre a influência das vagas no molhe em construção, foram êsses ensaios feitos em Copenhague por não estar ainda instalado um laboratório apropriado no nosso Instituto. Desloquei-me propositadamente até à Dinamarca para assistir a estas experiências que foram dirigidas pelo Professor de Hidráulica da Escola de Engenharia de Copenhague, Engenheiro Schönweller, tendo assistido aos referidos ensaios os Engenheiros Viriato Canas, Chefe da Repartição de Portos da Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos e Eléctricos, e Cid Perestrello, professor de Trabalhos Marítimos e Fluviais do Instituto Superior Técnico.

Sendo o relatório então elaborado, de algum interêsse para os estudantes de Engenharia Civil, publica-se hoje na Técnica depois de obtida a necessária autorização.

1 — INTRODUÇAO

Vários desmoronamentos de diques de paramento vertical chamaram a atenção para o estudo da acção das ondas sôbre diques dêste tipo e sôbre o fundo em frente dêles.

Dêstes estudos conclui-se que os estragos produzidos nestes diques, devem-se, por um lado, a que as dimensões das ondas têm sido avaliadas por defeito e, por outro, a que a acção das ondas faz-se sentir a profundidades bastante superiores ao que geralmente se supõe, originando assim a escavação do fundo em frente dos diques e fazendo perigar a sua estabilidade.

O pôrto do Funchal está situado na baía do mesmo nome, na parte sul da Ilha da Madeira, estando pois ao abrigo dos ventos predominantes de noroeste. As tempestades do sul são pouco freqüentes, mas por vezes muito violentas. Os temporais mais perigosos são os de sul-sudoeste a sudoeste por o «fetch» nessa direcção ser de milhares de milhas marítimas. Na direcção sul, a distância é de aproximadamente 260 milhas marítimas até às Ilhas Canárias e de aproximadamente 500 milhas até à costa de África. Na direcção sudeste, a distância até à costa de África é de umas 350 milhas marítimas. O «fetch» é pois tão considerável que permite a formação de ondas muito gran-

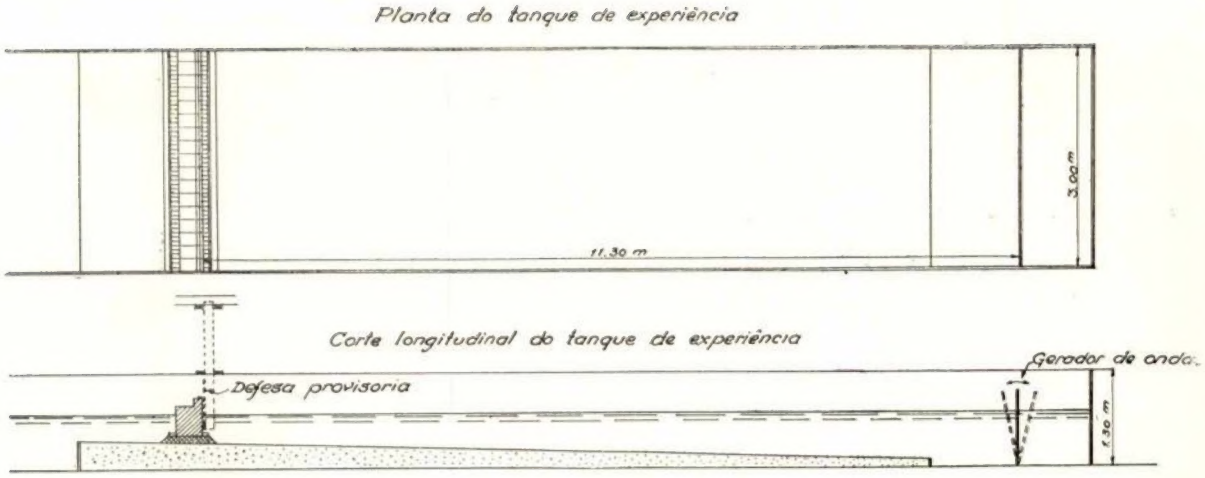


Fig. 1

des, o que a tempestade de Dezembro de 1926 suficientemente demonstrou.

O molhe do Funchal é formado por uma muralha de caixões, de betão armado, de 18 metros de largura, 9 m de comprimento (no sentido longitudinal do molhe) e 14,5 m de altura com enchimento de betão ciclópico e calhau. Os caixões assentam à cota (— 12,0 m) num maciço de enrocamentos, formado, na parte interior, por pedra miúda e na parte exterior por pedras de 800 a 3.000 kgs.

O leito subjacente é de areia fina de grande coesão, com a seguinte composição granulométrica:

grãos maiores que 0,5 mm...	3,7 %
» de 0,5 mm a 0,2 » ...	17,5 %
» » 0,2 » » 0,1 » ...	32,4 %
» » 0,1 » » 0,5 » ...	31,3 %
» menores que 0,05 » ...	15,1 %
	100,0 %

A profundidade no eixo do molhe é 17 m no comêço do molhe e 19 m na cabeça, isto é 18 m em média.

2 — AVARIAS EM MOLHES DO TIPO DE PARAMENTO VERTICAL

Entre os molhes do tipo de paramento vertical que foram total ou parcialmente destruidos citaremos alguns de especial interêsse para o estudo do molhe do Funchal.

Molhe de Valência—Mar Mediterrâneo. (Veja-se J. Lira: «Les brises-lames à parements verticaux», na revista «Le Génie Civil» de 8-4-1933 e a comunicação do mesmo autor apresentado ao XVI Congresso de Navegação, Bruxelas 1935).

O molhe de Valência consistia num muro vertical formado por blocos celulares sobrepostos e com enchimento de betão nas células, assentes num maciço de enrocamentos. A profundidade variava entre 12 e 14 m. O fundo é de areia misturada com lôdo. O molhe estava quási concluido, faltando-lhe apenas o muro de guarda, quando sofreu a acção da tempestade de 27-12-1929, que provocou o seu total desmoronamento pelas escavações do fundo que se produziram de um e outro lado do molhe.

Durante a tempestade, as ondas tinham as seguintes caracteristicas: altura 7 m, comprimento 150 m, periodicidade 14 segundos.

Molhe de Antofagasta—Chile, Oceano Pacífico. (Ver J. Lira, «Le Génie Civil» de 8-4-1933).

Êste molhe sofreu estragos por duas vezes, a primeira durante a tempestade de 10-7-1928, a segunda no temporal de 9-8-1929. Êste último temporal teve por origem fenómenos sísmicos, pelo que os estragos ocasionados não são de importância decisiva no estudo presente.

O molhe de Antofagasta foi primitivamente calculado para resistir a vagas de 6 m de altura e 90 m de comprimento. Já durante a execução dos trabalhos, mediram-se porém, vagas de 8 m de altura e de mais de 300 m de comprimento (ver a comunicação de Jorge Lira ao

Modêlo do Molhe
corte transversal

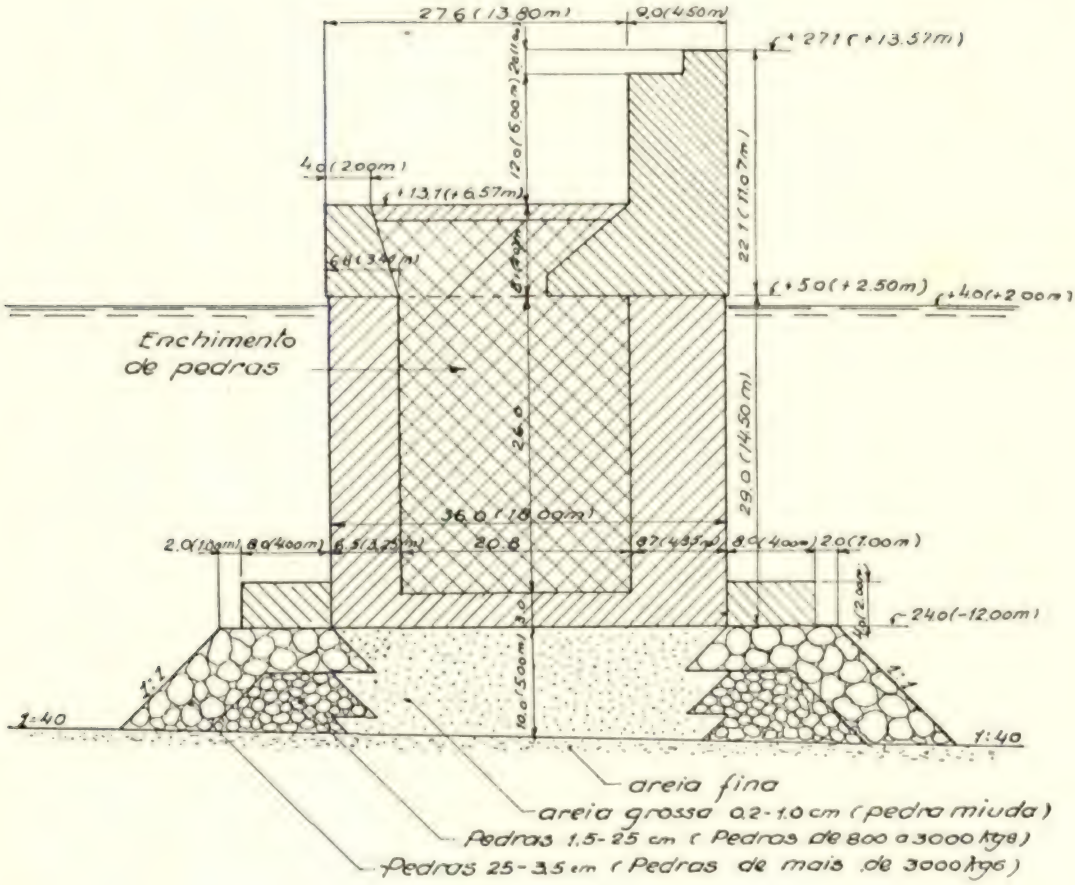


Fig. 2.

Modêlo do Molhe
Alçado

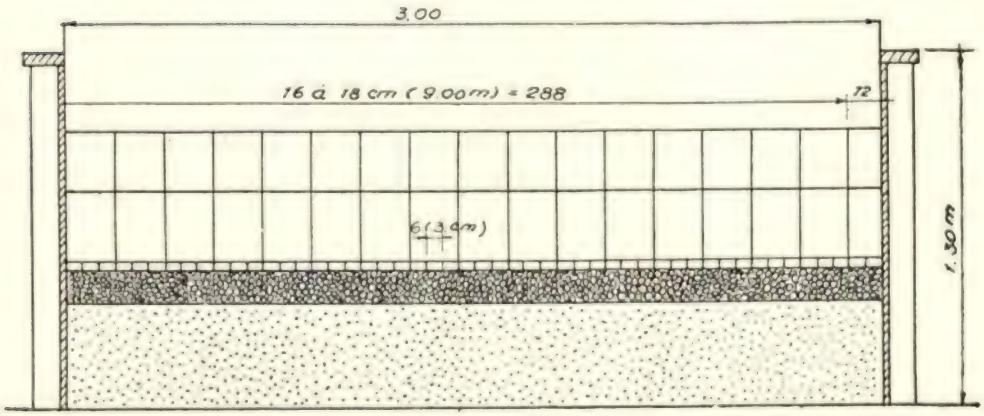
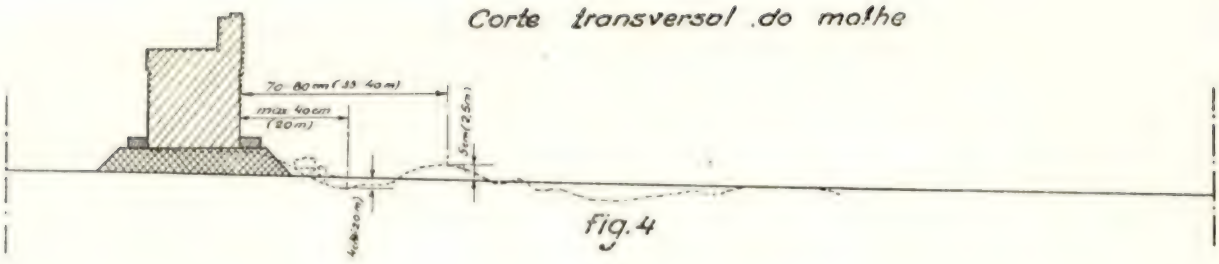


Fig. 3.



XVI Congresso Internacional de Navegação). Durante a tempestade de 10-7-1928, que abriu a brecha de 56 m de comprimento junto ao cabeço do molhe, as vagas tinham 9 m de altura e 250 m de comprimento, com um periodo de 15 segundos.

Molhe de Catânia — Mar Mediterrâneo. (ver J. Lira: «Le génie Civil» de 8-4-1933; R. Miche: «Science et Industrie» N.os 1-2-3/1933; E. Coen-Cagli: «Annali dei Lavori Publici» N.º 6/1934; J. Lira: Comunicação ao XVI Congresso Internacional de Navegação).

O molhe assentava num maciço de enrocamentos e era formado por blocos monolíticos. O fundo é de areia e a profundidade varia de 17 a 18 metros. Foi destruido pela tempestade de 21 de Fevereiro de 1930 durante a qual foram observadas vagas de 7 metros de altura e 100 metros de comprimento. A ressaca provocou uma escavação de 1,5^{m} de profundidade e 30 metros de largura, em tôda a frente do molhe, escavando também os taludes do maciço de enrocamento.

Após a reconstrução do molhe, foi êste novamente destruido pelo temporal de 26 de Março de 1933, com vagas de 7,5^{m} de altura e 225^{m} de comprimento. Também êste temporal escavou os taludes do maciço de enrocamento, provocando ainda a deslocação por sucção dos blocos de protecção, que foram arrastados para a frente em média de 0,90^{m}.

Molhe Mustapha, em Argel — Mar Mediterrâneo. (vêr P. Rénaud «Science et Industrie» N.º 3/1933; E. Coen-Cagli: «Annali dei Lavori Pubblici» N.º 6/1934; «Engineering» de 11/2/1935; V. Bénézit e P. Rénaud: Comunicação ao XVI Congresso Internacional de Navegação).

O molhe Mustapha consiste num muro vertical, de blocos monolíticos, assente na cota — 15^{m} sôbre um maciço de enrocamento. O leito subjacente fica na cota — 19 metros e é formado por areia muito fina misturada com algum lôdo. A composição granulométrica duma amostra extraída alguns metros abaixo do fundo é a seguinte:

Maior que 0,5^{mm}.	7,5 %
de 0,5^{mm} a 0,1^{mm}	5,2 %
menor que 0,1 ^{m}.	87,3 %
	100,0 %

Durante o temporal de 17 a 19 de Dezembro de 1930, estando ainda o muro de guarda por concluir, o molhe sofreu assentamentos máximos de 2 metros e os taludes do maciço de enrocamento tornaram-se mais suaves.

Durante a tempestade de 2 a 3 de Fevereiro de 1934, que provocou o completo desmoronamento dum trôço de 400 metros na extremidade do molhe Mustapha, a altura das vagas foi de 8 a 9 metros, sendo o seu comprimento, ao largo duns 300 metros. Em frente do molhe o comprimento das vagas devido à menor profundidade (cêrca de 20^{m}) reduzia-se a 185 metros.

O desmoronamento do molhe foi devido a uma enorme infraescavação formada pela violência da ressaca em frente do molhe.

3 — TEORIAS SOBRE O MOVIMENTO DAS ONDAS EM FRENTE DE MOLHES DE PARAMENTO VERTICAL

A teoria geralmente admitida para o movimento das ondas em frente de diques verticais, foi originàriamente estabelecida por Boussinesq («Mémoire sur les ondes liquides périodiques», 19 de Março de 1869) e mais tarde tratada por Barré de Saint-Venant e Flamant numa memória publicada nos «Annales des Ponts et Chaussées» N.º 23/1888. Mais recentemente o problema foi estudado por V. Béné-

Fig. 5 — 1.º Ensaio

zit («Annales des Ponts et Chaussées» 1923-V) e Sainfllou (Annales, 1928-IV) e principalmente êste último chegou a resultados que condizem muito bem com os da experiência, no que se refere à pressão hidrostática sôbre os molhes verticais. J. Lira, baseando-se nos mesmos princípios, estabeleceu uma teoria de pressões hidrodinâmicas (Le Génie Civil, 5/2-1927) que mais tarde abandonou, submetendo-se à teoria de Sainflou (Le Génie Civil, 8/4-1933).

A teoria mais recente referente ao movimento de «clapotis» ou ondas estacionárias deve-se a Gourret, que nos «Annales des Ponts et Chaussées 1935-III esclarece diversas particularidades dos molhes do tipo vertical, dá normas para a disposição do maciço do enrocamento e estabelece fórmulas para determinar as linhas de corrente e a velocidade no fundo.

Os resultados das várias teorias e experiências foram resumidas por Jorge Lira na sua comunicação ao XVI Congresso Internacional de Navegação nos termos seguintes:

1. Grande parte das avarias sofridas por molhes do tipo vertical foram devidas a terem-se tomado valores baixos para a altura e o comprimento das ondas durante os temporais.
2. Se o dique vertical é construído em fundos fàcilmente escaváveis, deverão estes ser protegidos numa extensão suficiente e de forma eficaz contra a acção da ressaca.

Estas conclusões condizem perfeitamente com os resultados a que Bénézit e Rénaud chegam na sua comunicação ao último Congresso de Navegação, onde indicam a conveniência de empregar enrocamentos com risbermas largas e taludes suaves e, sendo necessário, tapêtes de protecção do fundo.

Estas exigências condizem ainda com as conclusões tiradas por E. Coen-Cagli no artigo publicado nos «Annali dei Lavori Publici», N.º 6/1934 e com a teoria das linhas de corrente, de Gourret.

4 — EXPERIÊNCIAS COM MODELOS REDUZIDOS

Com o fim de verificar os resultados teóricos têm-se feito séries de medições da pressão exercida pelas ondas, medindo-as directamente sôbre as obras ou então por meio de experiências com modelos reduzidos (ver S. Levi: «Anali dei Lavori Publici», Maio 1933 e «L'ingegnere», de 1/8-1934; P. Rénaud: «Science et Industrie» Nº 3/1933). Têm-se feito também experiências em modêlo reduzido para estudar as condições de estabilidade de fundos e dos maciços de enrocamento (ver a comunicação de V. Bénézit e P. Rénaud ao XVI Congresso Internacional de Navegação).

As experiências relativas ao molhe do Funchal, foram feitas umas com modelos do molhe de acôrdo com o projecto e outras com o enrocamento reforçado.

O tanque de experiências tinha 20 metros de comprimento, 3 metros de largura e 1,3 metros de altura. Duas bombas centrífugas instaladas numa das extremidades do tanque

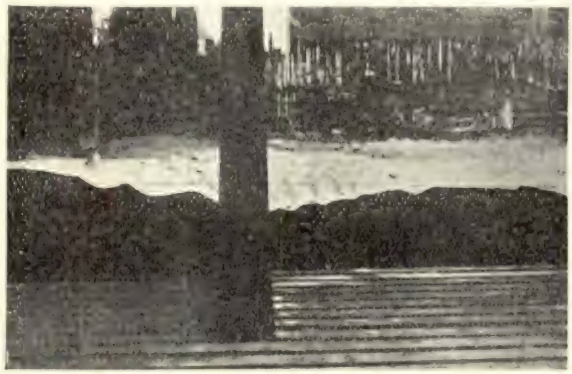


Fig. 6 — 2.º Ensaio

Fig. 7 — 2.º Ensaio

elevam a água dum depósito subterrâneo a outro depósito mais elevado, sendo a água conduzida deste a ambas as extremidades do tanque e também a um ponto intermédio, onde a parêde lateral do tanque tem uma série de furos de três centímetros de diâmetro, de forma a poder estabelecer uma corrente de água no sentido transversal. Nas extremidades do tanque há ainda aberturas de escoamento, permitindo manter o nível da água constante durante a execução das experiências.

Na extremidade do tanque, oposta às bombas centrífugas, está instalado o maquinismo gerador de ondas. Êste é formado por um taipal de madeira colocado no sentido transversal podendo girar sôbre um eixo situado no fundo do tanque. Um disco excêntrico, accionado por um motor eléctrico, imprime ao taipal um movimento oscilatório. Um sistema de resistências permite uma graduação muito exacta da velocidade de rotação do motor e portanto da periodicidade do movimento oscilatório do taipal. A amplitude dêste último movimento pode-se ainda graduar modificando a excentricidade do disco.

A figura 1, representa a parte do tanque aproveitada para as experiências.

O fundo tinha a inclinação de 1:40 e era formado por areia fina da praia. A composição granulométrica era a seguinte:

Maior que			0,5	mm	0,9 %
de 0,5 mm	a		0,2	»	63,7 %
» 0,2	»	»	0,1	»	33,4 %
» 0,1	»	»	0,05	»	2,0 %
menor que			0,05	»	0,0 %
					100,0 %

O modêlo do molhe está indicado nas figuras 2 e 3. É formado por pequenos modelos de caixões em que a relação entre o volume do betão e o volume de enchimento de pedra foi regulada de forma que o pêso fôsse 1:503 do pêso real. Os caixões são rematados superiormente por um muro de guarda do lado exterior e por um muro de betão do lado interior, sendo o espaço intermédio cheio de pedra e coberto por uma lage de betão, tudo em conformidade com o projecto em execução.

As dimensões dos caixões são: largura 36^{cm} ($18{,}0^{m}$) (1) comprimento no sentido longitudinal do molhe 18^{cm} ($9{,}0^{m}$), altura 29^{cm} ($14{,}5^{m}$) isto é, a quinquagéssima parte do tamanho real.

Para encher o tanque em tôda a sua largura, teve-se que fazer um caixão só com 12 cm (6,0 m) de comprimento (ver fig. 3).

O maciço de enrocamentos em que o molhe

(1) Os dados entre parêntesis indicam as medidas reais.

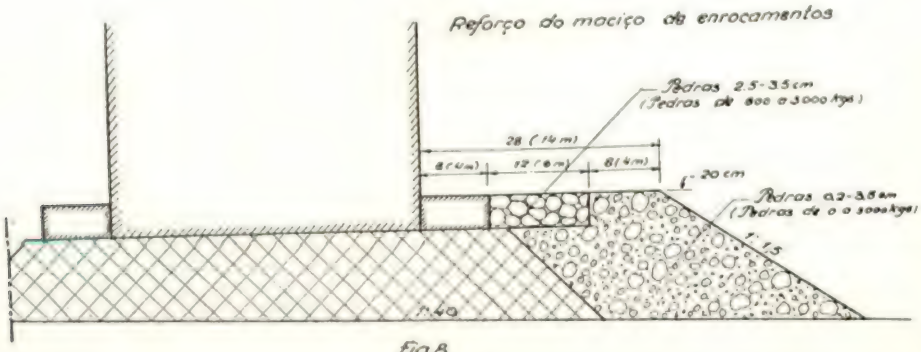


Fig. 8

Sociedade de Empreitadas e Trabalhos Hidráulicos L.da

EMPREITADAS

E

CONSTRUÇÕES

LISBOA--R. dos Bacalhoeiros, 125

e

FUNCHAL

Telefone 2 0879

Teleg. Contractos

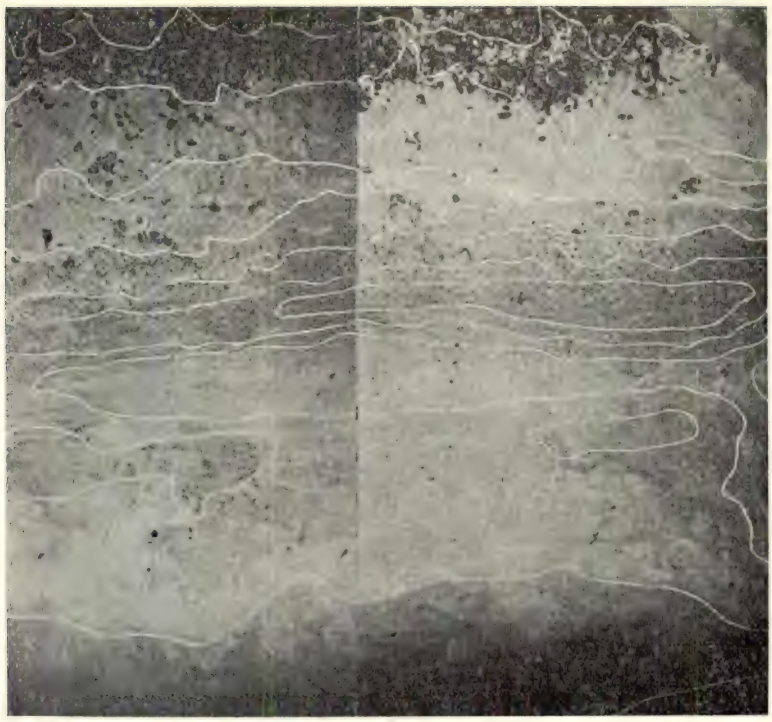


Fig. 9 — 2.º Ensaio

assenta é formado como no projecto por pedra miúda de 0,2 a 1,0 cm (0,1-0,5 m) na parte interior e pedras grandes de 1,5 a 2,5 cm (0,75-1,25 m) e de 2,5 a 3,5 cm (1,25-1,75 m) na parte exterior. A altura do prisma é 10 cm (5,0 m), correspondente a altura dos enrocamentos nos primeiros 150 m do molhe do Funchal.

As cotas da fig. 2 são referidas supondo o zero a 5 cm (2,5 m) abaixo do nível superior dos caixões. Tôdas as experiências foram feitas com nível de água até à cota + 4 cm, o que equivale a maré de 2,0 m de altura.

Fizeram-se uma série de experiências preparatórias para graduar a amplitude e periodicidade do gerador de ondas, de forma a obter ondas com um comprimento equivalente a 180 a 200 metros e uma altura de onda incidente de 8 m. Verificou-se nas experiências que só era possível obter ondas estacionárias estáveis quando se formava um número inteiro de ondas no comprimento total do tanque. A periodicidade do gerador de ondas foi por isso graduada de modo a se obter 3 comprimentos de onda entre o gerador e o molhe, que distanciavam um do outro 1.130 cm. Devido à menor profundidade de água em frente do molhe (40 cm o que equivale na realidade a 20,0 m), o comprimento da onda estacionária contígua ao molhe era só de 360 cm (180 m).

O período de uma onda de comprimento $2\,L = 180$ m numa profundidade de água de $H = 20$ m é:

$$2\,T = 2\sqrt{\frac{\pi L}{g}\coth\frac{\pi H}{L}} = 13{,}84 \text{ segundos}$$

O período correspondente à escala do modêlo é:

$$2\,t = 2\sqrt{\frac{\pi l}{g}\coth\frac{\pi H}{l}} = 2\,T\sqrt{\frac{l}{L}} =$$
$$= 2\,T : \sqrt{50} = 1{,}96 \text{ seg.}$$

O período calculado por estas fórmulas verificou-se estar de acôrdo com a periodicidade registada na experiência.

Após a fixação da periodicidade, procedeu-se à regulação da altura das ondas de modo que a amplitude medida ao longo da muralha atingisse 32^{cm}, o que corresponde a uma altura da onda incidente de 16^{cm} (8^{m}).

A escala de redução do tempo é a relação entre o número de vagas num determinado intervalo na realidade e o correspondente número no modêlo. Como o número de vagas é

Fig. 10

inversamente proporcional ao período, teremos a escala do tempo

$$t : T = 1 : \sqrt{50} \sim 1 : 7.$$

Durante o arranque da máquina geradora de ondas o número de oscilações ia aumentando lentamente de O a cêrca de 30 oscilações por minuto. Isto ocasionava no comêço de cada experiência a formação de ondas de comprimento e periodicidade muito variável, as quais por interferência formavam ondas muito grandes de 50^{cm} (25^{m}) e mais de altura.

Para evitar que estas ondas excepcionais ocasionassem estragos no molhe, colocou-se no comêço de cada experiência, uma defesa provisória, formada por um taipal vertical que era colocado junto ao paramento do molhe. Esta defesa está indicada a traço ponteado na fig. 1.

Depois do gerador de ondas ter trabalhado 5 a 10 minutos, cessava a interferência e as ondas tornavam-se normais, podendo então aquele taipal ser retirado.

1.ª experiência. Realizada no dia 12 de Setembro de 1935 das 11 às 13,45 horas.

Esta experiência teve por fim o estudo das condições de estabilidade do molhe, construído conforme o projecto.

No comêço da experiência, formaram-se grandes ondas de interferência. O taipal de defesa estava colocado a 8^{cm} de distância do paramento do molhe descendo até 6^{cm} acima dos blocos de guarda. Apesar do taipal de protecção, estas ondas de interferência deslocaram os blocos de protecção, e também parte dos taludes por efeitos de sucção. O fundo em frente do molhe não foi, porém, danificado.

As ondas tornaram-se regulares uns 5 minutos após o comêço da experiência. A altura das ondas estacionárias era 33^{cm} ($16{,}5^{m}$), o comprimento 360^{cm} (180^{m}) e o período 1,95 segundos (13,77 segundos).

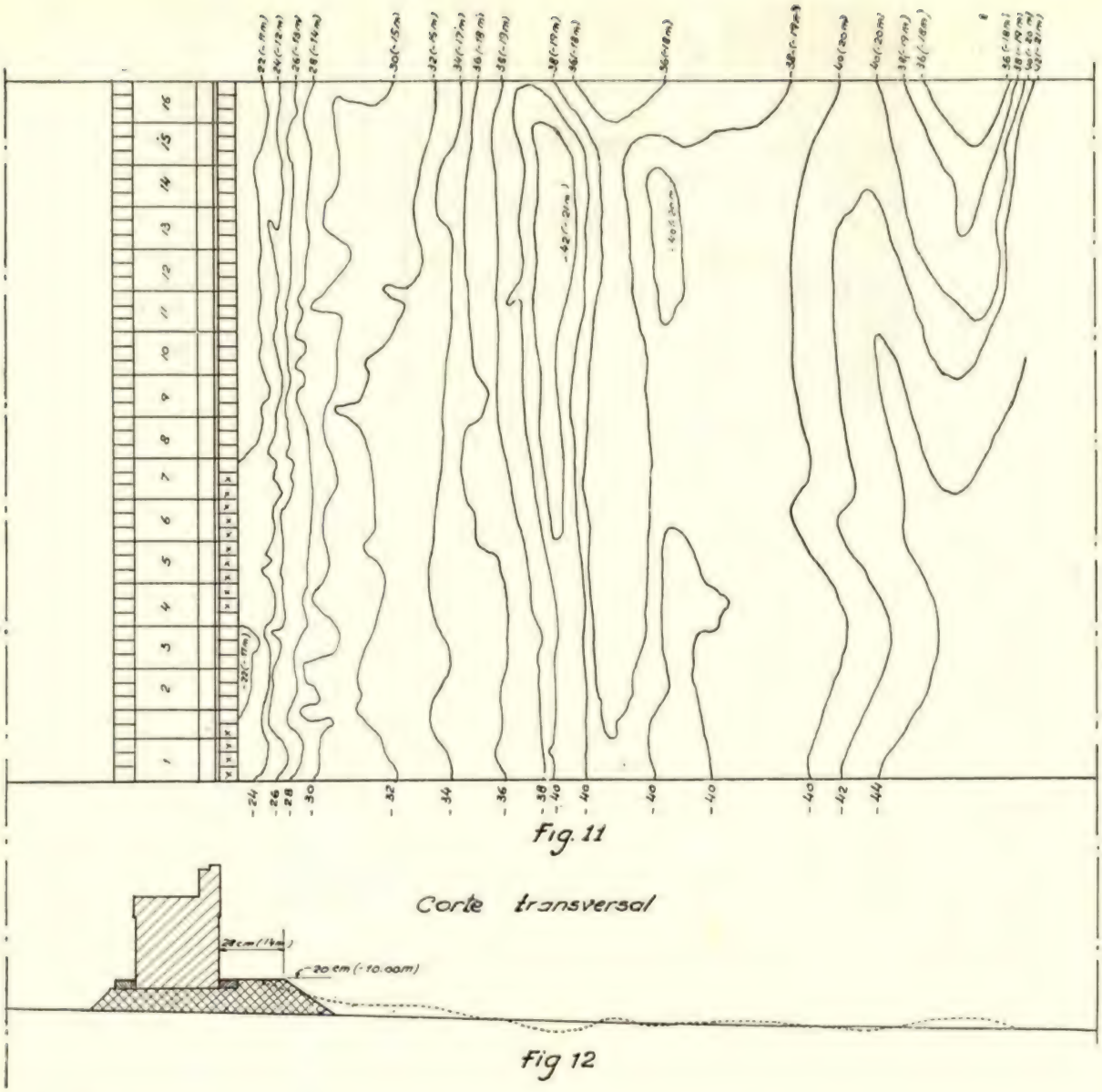
O taipal foi então levantado e deixou-se o gerador de ondas trabalhar durante 40 minutos (4 horas e 40 minutos).

Nesta altura os blocos de protecção e as pedras dos taludes tinham-se deslocado mas a situação tinha-se tornado estacionária.

Através dos furos na parede lateral introduziu-se então água no tanque de forma a estabelecer uma corrente em frente do molhe paralelamente a êste, com uma velocidade de 1^{cm} por segundo (0,07 m/segundo). Tinha isto por fim verificar, se a corrente, arrastando consigo as partículas de areia em suspensão, provocaria escavações no fundo junto do molhe.

Continuou-se dêste modo a experiência durante 3 horas (21 horas) depois do que foi suspensa. Não se verificaram modificações ao estado anterior ao estabelecimento da corrente lateral.

Terminada a experiência, constatou-se que os taludes tinham a inclinação de 1:4. Na figura 4 os traços cheios representam o estado do molhe no comêço da experiência, enquanto os traços ponteados representam o estado final, o qual também se vê nas fotografias, figuras



5 e 6. Os blocos de protecção e pedras do maciço de enrocamento deslocaram-se até uma distância de 40 cm (20,0 m) onde a ressaca tinha formado uma cavidade de 4 cm (2,0 m) de profundidade. A uma distância de 70 cm (35 m) do molhe tinham-se depositado materiais com 5 cm (2,5 m) de altura.

O molhe pròpriamente dito sofreu assentamentos bastante consideráveis. Nas arestas anteriores dos caixões os assentamentos variavam de 0,9 a 2,6 cm (0,45-1,30 m), em média 1,3 cm (0,65 m). Nas arestas posteriores os assentamentos foram de 0,3 a 1,3 cm (0,15 a 0,65 m), em média 0,7 cm (0,35 m). A aresta superior dos caixões teve ainda deslocamentos horizontais de 0,3 cm (0,15 m) para o interior a 1,4 cm (0,7 m) para o exterior, em média 0,7 cm (0,35 m) para o exterior.

Devemos aqui observar que entre as experiências preparatórias fêz-se uma análoga à presente, mas sem que as ondas de interferência modificassem a posição dos blocos de protecção.

O estado final foi, porém, o mesmo que na experiência definitiva.

2.ª experiência. Realizada no dia 14 de Setembro de 1935 das 11 às 14,30 horas.

Nesta experiência reforçou-se o prisma de enrocamento de modo a haver uma risberma de 20 cm (10 m) de largura como se vê nas figu-

Fig. 13

ras 7 e 8, desenho n.º 3. O refôrço é formado por pedras de 2,5 a 3,5 ^{cm} (1,25 - 1,75 ^{m}) numa camada de 4 ^{cm} (2,0 ^{m}) de espessura e 12 ^{cm} (6,0 ^{m}) de largura junto aos blocos de protecção, a-fim-de assegurar a posição dêstes. O resto do enrocamento de refôrço é formado por pedras de tôdas as dimensões entre 0,2 e 3,5 ^{cm} (0,1 a 1,75 ^{m}). Aos taludes deu-se a inclinação de 1:1,5.

Durante o arranque do gerador de ondas formaram-se ondas de interferência análogas às da 1.ª experiência. Estas ondas deslocaram 14 blocos de protecção provocando ainda o escorregamento de parte dos taludes.

Decorridos uns 5 minutos, as ondas tinham-se tornado normais pelo que o taipal de defesa foi retirado. Os blocos de protecção que se deslocaram tornaram-se a colocar na sua posição primitiva.

A altura das ondas era 30 a 32 ^{cm} (15 a 16 ^{m}) o comprimento 360 ^{cm} (180 ^{m}) e o periodo 1,95 segundos (13,77 segundos).

No decurso da experiência as pedras do maciço de enrocamento deslocaram-se lentamente para a frente, tornando os taludes mais suaves. Os blocos de protecção ficaram imóveis durante o resto da experiência, que se prolongou por 3 $^{1}/_{2}$ horas (25 horas). A situação tinha-se tornado estacionária logo no fim da primeira hora da experiência.

Terminada a experiência, esvaziou-se o tanque constatando-se então que as pedras dos enrocamentos haviam sido arrastadas até uma distância de 150 ^{cm} (75 ^{m}). As pedras estavam espalhadas em tôda a extensão formando um tapête sôbre o fundo, estando os espaços vazios entre as pedras cheios de areia. A 150 ^{cm} (75 ^{m}) de distância do molhe, a camada de pedra misturada de areia tinha uma espessura de uns 5 ^{cm} (2,5 ^{m}).

No limite entre a pedra e a areia, o fundo apresentava uma escavação de 3 a 5 ^{cm} (1,5 a 2,5 ^{m}) de profundidade. A 320 ^{cm} (160 ^{m}) de distância, tinha-se formado um depósito de 7 ^{cm} (3,5 ^{m}) de altura.

Traçaram-se depois as curvas de nível do fundo do seguinte modo: encheu-se o tanque com água até ao nível superior dos blocos de protecção e fez-se em seguida descer de 2 ^{cm} (1,0 ^{m}) de altura colocando-se uma linha de lã branca marcando o limite da água. Em seguida fez-se descer a água de outros 2 ^{cm} (1,0 ^{m}) e marcou-se o novo limite e assim sucessivamente. O resultado está indicado nas figuras 9 e 10 e na figura 11, onde as linhas de nível estão traçadas. A figura 12 mostra o perfil inicial a traço cheio e o estado final a traço ponteado.

Os blocos que foram deslocados no comêço da experiência, e logo repostos no seu lugar, estão marcados na fig. 11 com uma cruz. Na figura vê-se que o enrocamento junto a êstes blocos foi mais atacado do que no resto do molhe.

Os assentamentos que se deram foram os seguintes:

Aresta anterior dos caixões:

Máx. 10 ^{cm} (0,5 ^{m}), mín. 0,4 ^{cm} (0,2 ^{m}), em média 0,8 ^{cm} (0,4 ^{m}).

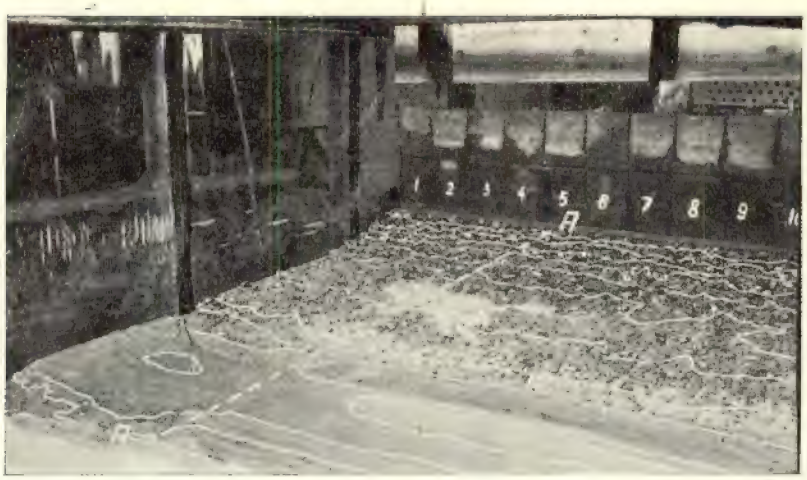


Fig. 14

Aresta posterior dos caixões:

Máx. 0,8 cm (0,4 m), mín. 0,4 cm (0,2 m) em média 0,6 cm (0,3 m).

Deslocamento horizontal da aresta superior:

Máx. 0,5 cm (0,25 m) para o interior; mín. 0,1 cm (0,05 m) para o exterior, em média, 0,2 cm (0,1 m) para o interior.

3.ª experiência. Realizada no dia 18 de Setembro de 1935 das 13,15 às 17 horas.

Esta experiência foi análoga à segunda, com diferença de que o fundo em frente dos caixões n.os 1 a 4 era formado por areia extraída no Funchal a uma profundidade de 1,5 metros abaixo do fundo em frente do futuro molhe. O resto da areia era a mesma que fôra usada nas experiências anteriores.

A areia do Funchal foi colocada por camadas de 4 cm de espessura, que foram regadas e apiloadas, até atingir uma espessura total de 20 cm (10,0 m) e foi colocada numa extensão total de 300 cm (150 m) como se vê nas figuras 13 a 17, onde a linha A-A limita a extensão onde a areia do Funchal foi usada.

Após a construção do molhe encheu-se o tanque lentamente com àgua, durando o enchimento 18 horas. Teve isto por fim facilitar a penetração da água na areia do Funchal, que por ter uma percentagem bastante elevada de argila é quási impermeável. Depois do enchimento do tanque, verificou-se que a areia do Funchal ficara muito compacta, correspondendo isto à realidade, pois que se verificou que no Funchal os mergulhadores não deixam as pègadas impressas na areia do fundo.

O taipal de defesa em frente do molhe foi desta vez colocado só a 3 cm de distância do paramento do molhe e foi descido até descansar sôbre os blocos de protecção, evitando-se assim a deslocação dos blocos e enrocamentos pelas ondas de interferência no comêço da experiência.

Decorridos cêrca de 5 minutos, levantou-se o taipal de defesa como nas experiências anteriores por as ondas já serem regulares. A altura delas era então de 30 a 32 cm (15 a 16 m), o comprimento 360 cm (180 m) e o periodo 1,95 segundos (13,77 segundos).

Logo de início observou-se que a argila à superfície da areia do Funchal diluía-se ràpidamente, còrando a água. De resto, esta areia resistia muito bem às escavações.

A situação tornou-se estacionária decorrida 1 1/2 hora. As pedras dos enrocamentos foram pouco a pouco arrastadas para a frente, enchendo-se os intersticios, entre as pedras, com areia. A experiência prosseguiu ainda por 2 horas (14 horas) sendo então suspensa e o tanque esvaziado.

Verificou-se que os blocos de protecção tinham ficado imóveis, o mesmo sucedendo com as pedras de 2,5 a 3,5 cm numa faixa de 3 a 5 cm (1,5 a 2,5 m) da largura junto aos blocos. De aí para deante os taludes tinham escorregado ficando com uma inclinação mais suave. Os materiais dos enrocamentos encontram-se numa camada uniforme até uma distância de cêrca de 130 cm (65 m) do molhe. As pedras apareciam misturadas com a areia, e todo o fundo

Fig. 15 — 3.º Ensaio

tinha o aspecto de um conglomerado rijo e compacto de areia e pedras, o que se vê nas fotografias, figuras 14 e 15.

A uma distância de 150^{cm} (75^{m}) do molhe encontrava-se uma escavação de uma profundidade média de 2^{cm} ($1{,}0^{m}$) na areia do Funchal e de 4^{cm} ($2{,}0^{m}$) na outra areia.

À distância de 180^{cm} (90^{m}) encontrou-se um depósito de 1^{cm} ($0{,}5^{m}$) de altura na areia do Funchal e 2^{cm} ($1{,}0^{m}$) na restante largura.

A 210^{cm} (105^{m}) de distância havia novamente uma escavação de respectivamente $2{,}0^{cm}$ ($1{,}0^{m}$) e 5 a 6^{cm} ($2{,}5$ a $3{,}0^{m}$) de profundidade.

De resto viu-se que se tinham formado depósitos nas distâncias de $\frac{L}{2}$, $\frac{3L}{2}$, $\frac{5L}{2}$, etc. do molhe sendo (L é o semi-comprimento da onda) duas escavações contíguas afastadas 60 metros entre si à distância, L, 2L, 3L, etc. do molhe. A primeira escavação, que se deveria ter formado junto do molhe, fôra evitada pela presença dos enrocamentos. Isto não se deu na primeira experiência, porque o fundo em frente do molhe não estava então protegido.

Fig. 16-A — 3.º Ensaio

O traçado das curvas de nivel, do fundo, fez-se do mesmo modo do que na segunda experiência. O resultado vê-se nas fotografias, figuras 14, 15 e 16-A e nas figs. 16 e 17, onde estão traçadas as linhas de nível.

Na fig. 18 o traço cheio indica o perfil no começo da experiência, enquanto o traço ponteado representa o estado final tanto na parte

Fig. 16.

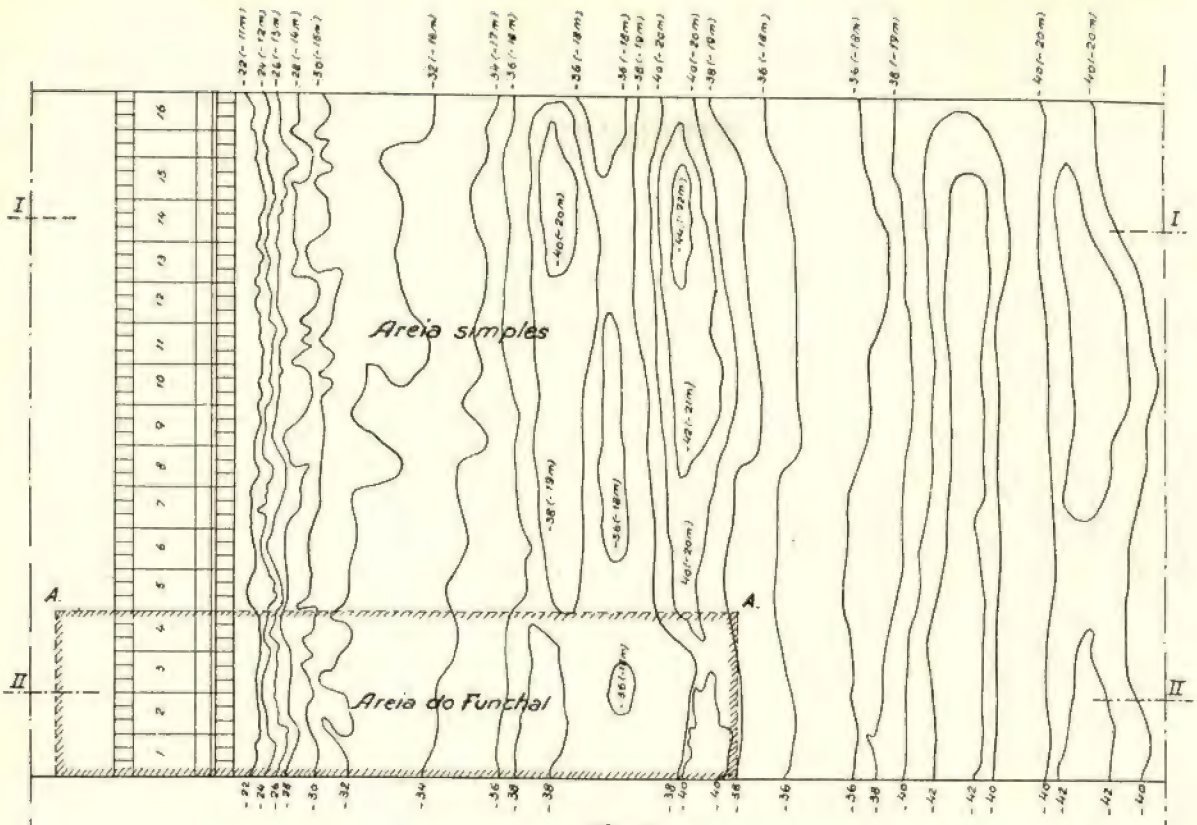


Fig. 17

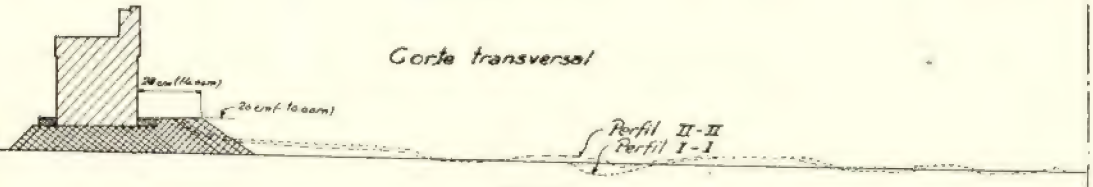


Fig. 18.

com areia do Funchal como naquela com areia simples.

Os assentamentos foram os seguintes:

Caixões 1 a 4. Aresta anterior máx. 1,2^{cm} (0,6^{m}), min. 0,7^{cm} (0,35^{m}) em média 0,8^{cm} (0,4^{m}),

Aresta posterior, máx. 0,7^{cm} (0,35^{m}), min. 0,4^{cm} (0,2^{m}), em média 0,6^{cm} (0,3^{m}).

Deslocamento horizontal da aresta superior em média 0,3^{cm} (0,15^{m}) para o interior.

Caixões 5 a 16. Aresta anterior máx. 1,4^{cm} (0,7^{m}), mín. 0,8^{cm} (0,4^{m}), em média 1,1^{cm} (0,55^{m}).

Aresta posterior máx. 0,9^{cm} (0,45^{m}), mín. 0,2^{cm} (0,1^{m}), em média 0,7^{cm} (0,35^{m}).

Deslocamento horizontal da aresta superior: de 0,1^{cm} (0,05^{m}) para o exterior a 0,2^{cm} (0,1^{m}) para o interior, em média, zero.

Experiência suplementar.

Com o fim de comparar a resistência às escavações das duas qualidades de areia, colocaram-se amostras de ambas numa cavidade de 5^{cm} de profundidade e 75^{cm} de comprimento no fundo duma tina por onde podia passar uma forte corrente de água, com uma velocidade de 2,4 metros por segundo, que era a velocidade máxima que se podia obter.

Verificou-se que a areia do Funchal era removida em 50 segundos, enquanto a outra areia era removida em 6 segundos. A experiência repetiu-se com esta última areia mas com uma corrente de 0,8 metros por segundo, que levou 15 segundos a remover a areia.

O frigorífico do novo matadouro da cidade de Lisboa

Fixação da potência do frigorífico

PELO ENG.º JOÃO **MENDES LEAL**

(I. S. T.)

Director dos Serviços Industriais da C. M. L.
Eng.º agregado à Comissão das obras do novo matadouro

Deu-se início, no mês de Dezembro do ano passado, às obras do Novo Matadouro de Lisboa.

A primeira série de trabalhos consta de: terraplanagens — necessárias à implantação do projecto «Rebêlo de Andrade», — Frigorífico, Central de vapor, Naves de matança, Oficinas e Anexos.

Neste trabalho ocupar-nos-emos apenas do Frigorífico.

Feitos os estudos preliminares pelos médicos veterinários da Comissão de Obras, foi, pelos arquitectos, elaborado o ante-projecto cuja planta acompanha êste trabalho.

A carne, à saída das naves de matança, segue mecânicamente, por transportadores contínuos, pela galeria coberta de intercomunicação, e dá entrada:

A de consumo imediato — nas Salas de Ressudação, ou de Enxugo, (A, B e C), onde uma permanência de cêrca de 36 horas à temperatura de + 6º C, lhe melhora as qualidades organoléticas.

O excesso — porque o há, de facto, em algumas épocas do ano — é encaminhado para a Sala D, (onde é dividida em quartos — os bovinos —) dando entrada na Sala E — Antecâmara Frigorífica — estacionando aqui cêrca de 24 horas a uma temperatura de 0º C.

No dia imediato essa carne entra finalmente numa das Câmaras de Congelação — F a K — onde durante 4 a 5 dias se conserva, a uma temperatura ambiente de 15º C negativos, temperatura necessária para que a carne, na sua parte interna, se congele a 10º C negativos.

Uma vez congelada, é transportada para um dos armazéns — L, M ou N — onde se conserva em pilha, a 10º C negativos, até ser necessária ao consumo, por falta de animais para o açougue.

A carne é então retirada, e levada para uma das Câmaras de Descongelação — O a S —

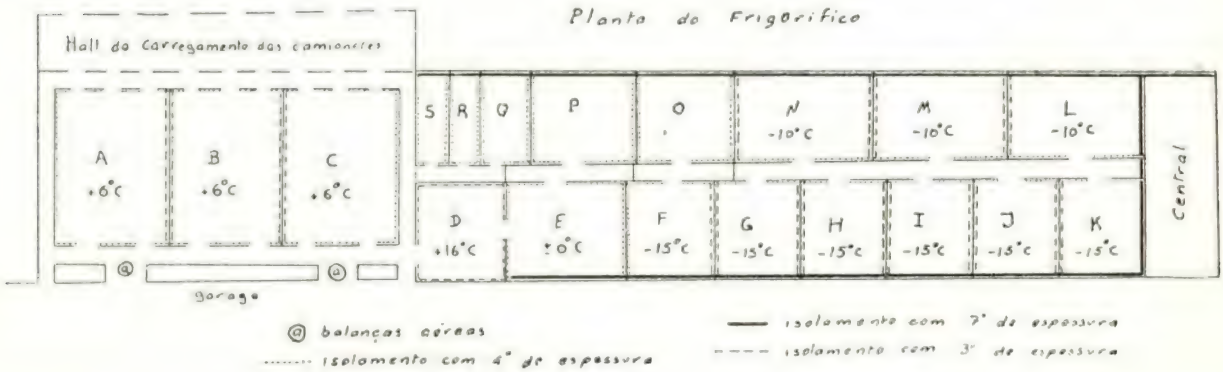


Fig. 1

onde esta se faz num período que pode chegar ao mínimo de 48 horas.

Evidentemente que há tôda a vantagem em aumentar êsse tempo, mas foi necessário prever o mínimo, pela impossibilidade que muita vez existe, de fazer a previsão do consumo a menos de 48 horas.

CÁLCULO DA POTÊNCIA FRIGORÍFICA NECESSÁRIA Á INSTALAÇÃO

Para calcular a potência da instalação teremos de calcular em separado as perdas e o trabalho útil.

As perdas são principalmente devidas a:

1) Conductibilidade calorífica das paredes, pisos e tetos das Câmaras — variável conforme o isolamento adoptado;
2) Arrefecimento do ar da orientação;
3) Condensação do vapor da água, do ar e da carne, proveniente do abaixamento de temperatura;
4) Arrefecimento dessa água de condensação;
5) Aquecimento do ar devido ao trabalho dos ventiladores;
6) Perdas provenientes da abertura das portas, circulação do pessoal, iluminação, etc;
7) Perdas por radiação nas condutas gerais.

Sendo o trabalho útil o arrefecimento do produto — a refrigerar ou congelar.

DADOS GERAIS DO PROBLEMA [1]

Temperatura média ambiente no verão — 26° C positivos.

Regimen de trabalho — 18 horas por dia.

Perdas pelo isolamento:

Câmaras de refrigeração... 0,5 Frig/h/m²/1° C

Câmaras de congelação .... 0,3 Frig/h/m²/1° C

Modo de arrefecimento — Ar frio conduzido — via húmida.

Como as diferentes Câmaras trabalham a temperaturas muito desiguais, é de tôda a vantagem económica prever circuitos independentes, assim:

As Câmaras de Ressudação A, B e C, a 6° C positivos;

A Câmara D, a 16° C positivos.

A Antecâmara E, a ± 0° C

farão parte de um circuito que não necessita de muito baixa temperatura para o fluido frigorífico. As usuais de 10° C convêm perfeitamente.

As Câmaras F a K a 15° C negativos

As Câmaras L a N a 10° C negativos

As Câmaras O a S de descongelação

terão de fazer parte de um circuito a baixa temperatura, convindo agora adoptar — 25° C para o fluido frigorífico.

Evidentemente, êste regimen serviria para o primeiro caso, mas seria anti-económico, por ser muito onerosa a produção da Frigoria a 25° C, de que afinal não temos necessidade.

Por rasões de segurança, devem no entanto os dois circuitos poderem socorrer-se mùtuamente, o que facilmente se consegue com jogos de válvulas adequadas.

As primeiro circuito chamamos Circuito de Refrigeração.

Ao segundo Circuito de Congelação.

CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO

1) CAMARAS DE RESSUDAÇÃO, OU DE ENXUGO A-B-C

Condições de trabalho.

Quantidade de carne entrada diàriamente, 72.000 kg. — Temperatura da carne à chegada, 26° C positivos [1] — Renovação do ar, 3 vezes por dia (24 horas) — Tempo de estadia da carne nas camaras, cêrca de 48 horas — Temperatura interna da Câmara, 6° C positivos.

O frio necessário para estas câmaras será pois de:

A) Perdas pelo isolamento

Admitimos que para estas câmaras as perdas serão de

0,5 frig. / h / m2 / 1° C

(1) Estes dados não correspondem inteiramente ao caderno de encargos publicado para a aquisição da maquinaria.

(1) Temperatura média ambiente.

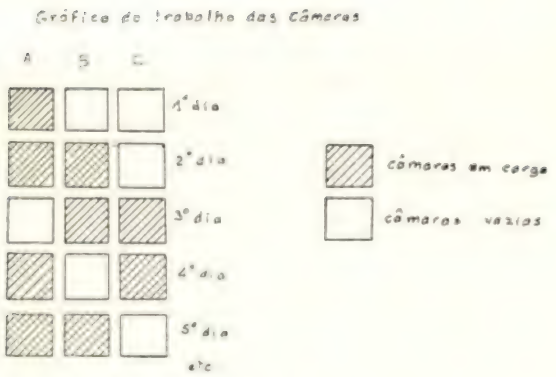


Fig. 2

Não vale a pena, com efeito, levar mais longe o isolamento, para êste circuito. O isolamento é sempre muito caro (mesmo entre nós, produtores de cortiça) e a diferença de consumo de frigorias — que neste caso seria inferior a 1 %, do consumo total — não o justificaria.

Se o teto das câmaras estivesse directamente exposto ao sol, teriamos a admitir para o cálculo da perda por radiação através dêle, uma temperatura exterior não inferior a uns + 30° C, mas como existe um largo espaço — onde correm os canais da ventilação — entre o telhado do edifício e estes tetos que se prevêem duplos, adoptamos para o cálculo a mesma temperatura exterior que para as paredes.

Para o cálculo das perdas através do piso, admitimos que a temperatura média do terreno é de + 16° C.

Dimensões de cada câmara	26×24×5 (em m)
Superfície de cada câmara	600 m2
Volume de cada câmara...	3.000 m3

donde, por cada 24 horas, perdem-se:

Pelas paredes e této

0,5×24×(1800+990)×(26—6)... 669.600 Frig

Pelo piso

0,5×24×1800×(16—6) ..... 216.000 Frig

Total das perdas pelo isolamento 885.600 Frig

B) Arrefecimento da carne

O calor específico da carne varia bastante, conforme os tratadistas, conforme se trata de bovinos, suinos ou ovinos, conforme o estado como se apresentam — gordos ou magros — e conforme ainda se trate de congelação ou refrigeração. Admitimos, por representar um valor médio, e por ser êsse número tomado como base por alguns peritos nestes assuntos, o coeficiente de 0,75, para o período de refrigeração.

Nestas condições, por cada dia de trabalho, é necessário produzirem-se:

72.000×0,75×(26—6).. ..... 1.080.000 Frig

C) Arrefecimento do ar de circulação

Admitimos, como já indicámos, para estas salas, uma renovação de ar de três vezes o seu volume por dia.

Como o volume de cada sala é de 3.000 m3, o volume de ar a arrefecer por dia (de 24 horas) é de

2×3×3.000 (1)

Para as temperaturas já indicadas, e admitindo o valor de 0,237 para calor específico do ar e 1,293 para seu pêso específico, resulta que em cada 24 horas necessitamos de:

2×3×3.000×(26—6)×0,237×
×1,293 (2) ..... 110.160 Frig

D) Extracção de água

O arrefecimento do ar provoca necessàriamente a condensação da humidade que êle arrasta, do exterior e da carne que arrefece.

Assim — veja-se o gráfico anexo — o ar, no estado saturado, a 16° C positivos, contém, por cada 1 m3 cêrca de 13,554 gramas de água.

O ar a 0° C, no estado de saturação, contém apenas por 1 m3 — 4,876 gramas de água.

A passagem do ar do primeiro estado ao segundo, provoca portanto a condensação de de 13,554 — 4,876 = 8,678 gramas de água, por cada 1 m3.

(1) Consideram-se apenas duas das salas, porque em qualquer altura, uma delas está sempre em limpeza.

(2) Êste número foi calculado por excesso, visto que o ar, que inicialmente está de facto a +26° C, à segunda e terceira passagem pelo arrefecedor fica, sucessivamente mais frio, necessitando portanto de menos frigorias, mesmo admitindo que a temperatura final é vizinha de 0° C, e não de +6° C.

1) *Extracção da água do ar.*

A condensação proveniente da passagem do ar de 26° C a 6° C, regula por 15,4 gramas por m3.

E como é necessário produzir cêrca de 610 frigorias por cada quilograma de vapor de

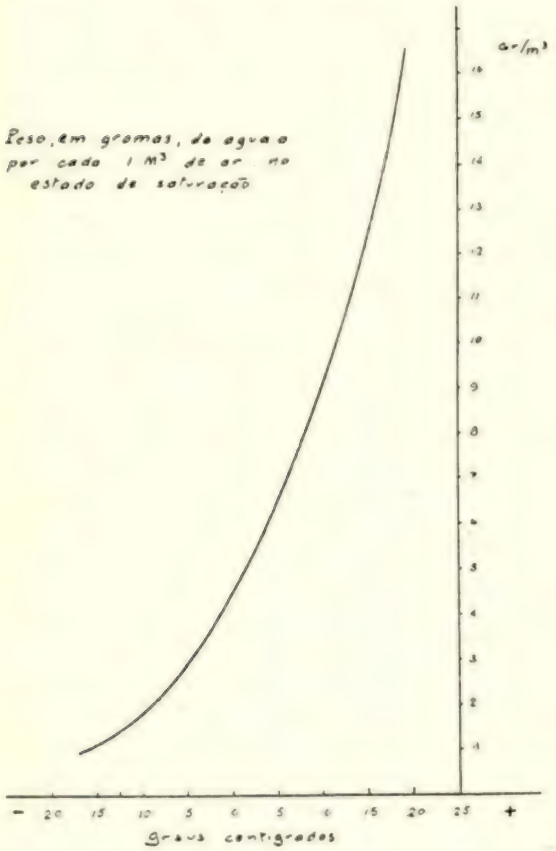


Fig. 3

água que se condensa, ou por outras palavras: Como é de 610 calorias o calor desenvolvido pela condensação de 1 kg de água, necessitam-se de

2×3×3.000×0,0154×610..... 169.200 Frig

2) *Extracção de água da carne.*

É corrente adoptar-se para a perda em refrigeração moderada a perda de 0,25 %, em pêso, e por dia, o que conduz a

72.000×0,25 %×610..... 109.800 Frig

E) Perdas gerais

São consideradas como sendo

1) Devidas ao aquecimento do ar, provocado pelo trabalho dos ventiladores. Admite-se essa perda igual a 0,5 Frig, por cada metro cúbico e por cada grau de diferença de temperatura, ou seja

2×3×3.000×(26—6)×0,5 ..... 180.000 Frig

2) Devidas à abertura das portas, circulação do pessoal e iluminação: Admite-se igual a cêrca de 10 % das perdas pelo isolamento, ou seja ..... 89.000 Frig

Resumindo:

Câmaras A, B e C

A) Perdas pelo isolamento ...		885.600 Frig
B) Arrefecimento da carne ...		1.080.000 Frig
C) Arrefecimento do ar.....		110.160 Frig
D) Extração de água	do ar ...	169.200 Frig
	da carne	109.800 Frig
E) Perdas gerais	nos ventilad.	180.000 Frig
	diversas.....	89.000 Frig
Total para as câmaras A-B-C		2.623.760 Frig

2) CAMARA D

Condições de trabalho

Temperatura da carne à chegada...	+ 26° C
Temperatura da câmara.....	+ 16° C
Renovação do ar — 5 vezes por dia	(de 24 h.)
Quantidade de carne entrada diáriamente.....	42.000 kg
Dimensões da camara — 15×16×5	(em met.)
Superfície	240 m2
Volume	1.200 m2

A) Pêrdas pelo isolamento

Pelas paredes e této (excepto pela parede que comunica com a câmara E)

(26—16)×(240+235)×0,5×24 57.000 Frig

A descontar o frio que recebe da câmara E

(16±0)×52,5×0,5×24 ..... 10.080 Frig

Perda total pelo isolamento..... 46.920 Frig

B) Arrefecimento da carne

42.000×(26—16)×0,75..... 315.000 Frig

C) Arrefecimento do ar

$5 \times 1.200 \times (26 - 16) \times 0{,}3$..... 18.600 Frig

D) Extracção de água

1) Do ar $5 \times 1.200 \times 0{,}007 \times 610$ 25.620 Frig
2) Da carne $42.000 \times 0{,}2\% \times 610$ 51.240 Frig

E) Perdas

1) Ventiladores $0{,}5 \times 5 \times 1.200 \times$ $\times (26\text{-}16)$..... 30.000 Frig
2) Gerais..... 4.700 Frig

Resumo:

A)	.....	46.920 Frig
B)	.....	315.000 Frig
C)	.....	18.600 Frig
D) —	Do ar.....	25.620 Frig
	Da carne.....	51.240 Frig
E) —	Ventiladores.....	30.000 Frig
	Gerais	4.700 Frig
Total para a Câmara D		492.080 Frig

3) CAMARA E

Condições de trabalho:

Temperatura de carne à chegada + 16° C (da Câmara D).

Temperatura da câmara ± 0° C.

Tempo de estadia da carne na câmara 24 horas.

Renovação do ar — 3 vezes por dia (de 24 horas).

Quantidade diária de carne entrada — 42.000 Kg.

Dimensões $15 \times 21 \times 3{,}6$ (em metros).

Superfície da câmara — 315 M^2.

Volume da câmara — 1.100 M^3.

A) Perdas pelo isolamento

Pelas paredes que comunicam com o exterior, e teto

$(26 \pm 0) \times (73{,}5 + 315) \times 0{,}5 \times 24$... 121.212 Frig

Pela parede da Câmara D

$(16 \pm 0) \times 52{,}5 \times 0{,}5 \times 24$..... 10.080 Frig

Pelo piso

$(16 \pm 0) \times 315 \times 0{,}5 \times 24$..... 60.480 Frig

A descontar:

1) O frio que recebe da Câmara F

$0 - (\text{-}15) \times 52{,}5 \times 0{,}3 \times 24$..... 5.670 Frig

2) O frio que recebe do corredor

$0 - (\text{-}10)) \times 73{,}5 \times 0{,}3 \times 24$.... 5.292 Frig

Perda total pelo isolamento..... 180.810 Frig

B) Arrefecimento da carne

$42.000 \times (16 \pm 0) \times 0{,}75$ ..... 504.000 Frig

C) Arrefecimento do ar

$3 \times 1.100 \times (26 \pm 0) \times 0{,}31$ ..... 26.600 Frig

D) Extracção da água

1) do ar $3 \times 1.100 \times 0{,}0157 \times 610$ 31.614 Frig
2) da carne $42.000 \times 0{,}2\% \times 610$ 51.200 Frig

E) Perdas

1) Ventiladores $0{,}5 \times 3 \times 1.100 \times$ $\times (26 \pm 0)$ ..... 42.900 Frig
2) diversas..... 18.100 Frig

Total para a Câmara E ..... 855.224 Frig

Recapitulando:

Circuito de refrigeração

Câmaras A-B-C.....	2.623.760 Frigorias
Câmara D	492.080 Frigorias
Câmara E	855.224 Frigorias
Perdas gerais nas tubagens	500.000 Frigorias
Total para êste circuito...	4.471.064 Frigorias

O trabalho da Central do Frigorífico foi repartido por duas équipes de pessoal. Contando com uma hora para descanço, alternadamente, o tempo eleva-se a 18 horas efectivas por dia de 24, donde, para produzir o número de Frigorias indicado, necessitam-se de aparelhos com a capacidade de 4.416.064 : : 18, ou seja aproximadamente 250.000 Frigorias/Hora.

CIRCUITO DE CONGELAÇÃO

Ligadas a êste circuito estão, como já dissémos, as Câmaras de Congelação (F-G-H-I-J

e K), as Câmaras de Conservação (L-M e N) e as Câmaras de Descongelação (O-P-Q-R e S).

1) CAMARAS F a K

Condições de funcionamento:

Quantidade de carne entrada diàriamente vinda da antecâmara E) — 42.000 Kg.

Temperatura da carne à chegada — $\pm 0^{\circ}$ C.

Renovação do ar — 2 vezes por dia (de 24 horas).

Tempo de estadia nas Câmaras — 4 dias (1).

Temperatura interna das Câmaras — 15° C.

Dimensões de cada Câmara — $15 \times 16 \times 3{,}5$ (em metros).

Superfície — 240 M^2.

Volume — 840 M^3.

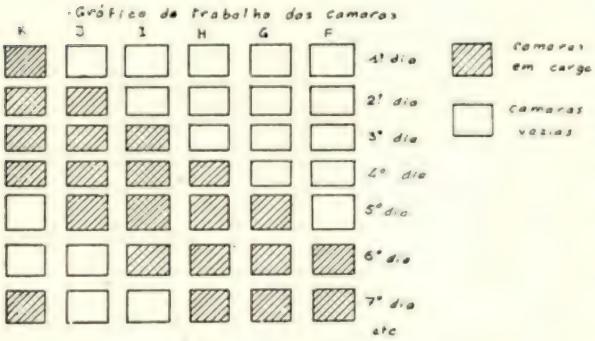


Fig. 4

A partir do quarto dia (para a congelação em 4 dias, e a partir do quinto, para a congelação em 5 dias) quaisquer que sejam as condições do arrefecimento, o número de Frigorias a produzir diàriamente é o necessário para a congelação de 42.000 Kg de carne por dia.

O regimen de utilização a 15° C, exige para o fluido frigorífico uma temperatura visinha de 25° C, altamente dispendiosa, pois que o rendimento dos aparelhos (quaisquer que êles sejam (2)) diminue ràpidamente à medida que a temperatura baixa. Assim o rendimento de um compressor, que ao regimen de $10^{\circ} + 25^{\circ}$ C é de 220.000 Frig/h, não sobe além de umas 100.000 Frig/h ao regime $25^{\circ} + 25^{\circ}$ C.

Além disso, as perdas a êste regimen acentuam-se, pois que, sendo proporcionais à diferença de temperaturas, a isolamento egual, absorvem muito mais frigorias, como dissémos a um regimen mais oneroso de produção.

Exemplificando:

Uma câmara de $10 \times 20 \times 3$, com um forte isolamento, 0,3 frig/m^2 h/$^{\circ}$ C, necessita, para compensar as perdas radiação, por cada 24 horas, (considerando que a temperatura ambiente é de $+ 25^{\circ}$ C, e a do solo a $+ 16^{\circ}$ C), de:

1.º Caso — temperatura da Câmara $\pm 0^{\circ}$ C perdas.

Pelas paredes

$0{,}3 \times 180 \times (25 - 0) \times 24$..... 32.400 Frig

Pelo této

$0{,}3 \times 200 \times (25 - 0) \times 24$..... 36.000 Frig

Pelo piso

$0{,}3 \times 200 \times (16 - 0) \times 24$..... 23.040 Frig

Total..... 91.440 Frig

2.º Caso — Temperatura da câmara — 15° C

Perda

Pelas paredes

$0{,}3 \times 180 \times [25 - (-15)] \times 24$. 51.840 Frig

Pelo této

$0{,}3 \times 200 \times [25 - (-15)] \times 24$. 57.600 Frig

Pelo piso

$0{,}3 \times 200 \times [16 - (-15)] \times 24$. 44.640 Frig

Total..... 154.080 Frig

Esta grande diferença, mostra bem qual a importância das temperaturas de trabalho das câmaras.

Admitindo que ao regimen de $-10^{\circ} + 25^{\circ}$ C (1.º caso), cada KWH produz cêrca de 4.000 Frig/h, teriamos de gastar para compensar as perdas do isolamento

(1) Está igualmente previsto o período de 5 dias.

(2) Excepto para o sistema por absorção, em que a quebra do vencimento não é tão elevada.

$$\frac{91.440}{4000 \times 8} \simeq 3 \text{ KWH}$$

se fôsse de 8 o número de horas de trabalho por dia.

Mas êsse mesmo KWH, ao regimem de $-25°/+25°$ C (necessário ao 2.º caso) não produz mais de 2000 Frig/h: para êste caso necessitariamos então de

$$\frac{154.080}{2000 \times 8} \simeq 10 \text{ KWH}$$

É pois de tôda a vantagem fazer trabalhar ás baixas temperaturas só as câmaras absolutamente indispensáveis, e mesmo para essas prever um forte isolamento, por caro que êle seja.

A) Perdas pelo isolamento

Pelas paredes do corredor

$0{,}3 \times 336 \times [-10-(-15)] \times 24$ 12.096 Frig

Pelas paredes exteriores e têto

$0{,}3 \times 1828{,}5 \times [26-(-15)] \times 24$ 523.192 Frig

Pela parede da câmara E

$0{,}3 \times 52{,}5 \times [-0-(-15)] \times 24$ 5.670 Frig

Pelo piso

$0{,}3 \times 1440 \times [16-(-15)] \times 24$ 321.408 Frig

Perda total pelo isolamento..... 862.366 Frig

B) Congelação da carne

A carne é recebida da câmara E a uma temperatura $\pm 0°$ C sendo necessário congelá-la a $-10°$ C para o que, no periodo de 4 a 5 dias, é mantida nas câmaras a uma temperatura ambiente de $-15°$ C.

Póde fazer-se o cálculo do dispêndio de frigorias de vários modos, dentro dos quais o usual é o emprêgo de um simples coeficiente que varia de 60 a 65 o que daria para o nosso caso umas 2.500.000 a 2.700.000 Frigorias.

Vamos no entanto calcular êste valor de outro modo, fazendo uma divisão de trabalho no género da que é de uso fazer-se para o cálculo dos condensadores das máquinas de vapor ou das turbinas, e ver o que se gasta separadamente com:

1.º — Congelação da água existente nas células da carne, cêrca de 65 % em pêso, trabalho que se supõe feito á temperatura constante de $\pm 0°$ C.

2.º — Arrefecimento da parte sêca da carne, de $\pm 0°$ C a $-15°$ C.

3.º — Trabalho complementar do 1.º — arrefecimento do gêlo de $\pm 0°$ C a $-15°$ C.

Dêste modo obteriamos:

1.º — Congelação da água a temperatura constante; faz-se à razão de 80 Frigorias por Kg de água, ou seja

$42.000 \times 65\% \times 80$..... 2.184.000 Frig

2.º — Congelação da carne

$42.000 \times 35\% \times 0{,}40 \times [0-(-15)]$ 88.200 Frig

sendo 0,40 o calor específico da carne sêca (em congelação).

3.º — Arrefecimento do gêlo

$42.000 \times 65\% \times 0{,}5 \times [0-(-15)]$ 204.750 Frig

Total para a congelação da carne..... 2.476.950 Frig

C) Arrefecimento do ar

$2 \times 5.040 \times [26-(-15)] \times 0{,}30$ 124.000 Frig

D) Extracção da água

1) do ar

$2 \times 5.040 \times 0{,}0186 \times 610$..... 114.368 Frig

2) da carne

$42.000 \times 0{,}2\% \times 610$..... 51.240 Frig

E) Perdas

1) Nos ventiladores

$6 \times \{0{,}5 \times 2 \times 840 \times [26-(-15)]\}$ 206.640 Frig

2) Gerais..... 86.300 Frig

Resumo:

A)	.....	862.366 Frig
B)	.....	2.476.950 Frig
C)	.....	124.000 Frig
D) —	do ar.....	114.368 Frig
	da carne.....	51.240 Frig
E) —	ventiladores.....	206.640 Frig
	gerais.....	86.300 Frig
Total para as câmaras F a K.		3.921.864 Frig

2) CAMARAS L — M — N

Estas câmaras servem apenas para o armazenamento das carnes préviamente congeladas numa das câmaras anteriores. Outra coisa não há a atender senão às perdas, e ao arrefecimento do ar da circulação.

Condições de trabalho

Temperaturas das câmaras — 10° C

Renovação do ar — 2 vezes por dia

Dimensões das Câmaras — 27×14×3,5 (em metros)

Superfície de cada câmara — 380 M²

Volume de cada câmara — 1300 M².

A) Perdas pelo isolamento

Pelas paredes e této

0,3×[26(—10)]×(1140+380)× ×24..... 393.984 Frig.

Pelo piso

0,3×[16—(—10)]×1140×24... 213.408 Frig.

Total..... 607.394 Frig.

B) Arrefecimento do ar

2×3×1.300×[26 —(— 10)]× ×0,31..... 87.048 Frig.

C) Extracção da água do ar

2×3×1.300×0,0176×630..... 86.580 Frig.

D) Perdas

1.ª — Ventiladores

3 × [0,5 × 2 × 1.300 × (26 — — (— 10))]..... 140.400 Frig.

2.ª — Gerais..... 60.800 Frig.

Total..... 992.222 Frig.

Resumindo:

Câmaras F a K.....	3.921.864 Frig.
Câmaras L a N.....	982.222 Frig.
Perdas nas tubagens.....	500.000 Frig.
Total para o circuito de congelação.....	5.504.086 Frig.

Neste cálculo não se conta com parte alguma para as câmaras de Descongelação, porque o seu trabalho coïncide com o período de repouso das câmaras E a K, em parte ou na totalidade. A instalação tem pois reserva de potência bastante para o trabalho de estas câmaras.

Ao mesmo regimen de trabalho admitido para o circúito de Refrigeração — 18 horas — a potência da instalação será pois a correspondente, aproximadamente, a

$$\frac{5.408.086}{18} = 310.000 \text{ Frig. hora}$$

ao regimen de 25° C.

Resumindo teremos pois:

Refrigeração	250.000 Frig./h.	a	— 10° C
congelação...	310.000 Frig./h.	a	— 25° C

Como regra convém subvidir as unidades produtoras do frio, de modo a (visto tratar-se de um trabalho muito irregular) só ter em serviço, a cada momento, as necessárias, a uma carga que se aproxima da normal.

Por outro lado essa subdivisão é cara, e convém portanto limitá-la ao indispensável.

No circuito de Refrigeração, como o consumo das câmaras A, B e C, e as perdas gerais nas tubagens absorvem, só por si, permanentemente, cêrca de 7 % do consumo total, não é conveniente fazê-la, pois não se justificava.

No Circuito de Congelação já o problema é inteiramente diferente, pois, se há épocas em que as câmaras de congelação e os armazéns, estão simultâneamente em carga, outras épocas há, em que não se fazendo a congelação se mantêm pràticamente apenas os Armazéns L M N e as câmaras de Descongelação (mas estas em pouco consumo) absorvendo precisamente, cêrca de 40 % da potência total calculada.

Neste caso convém, então, dividir as unidades produtoras em duas, para não se trabalhar com um mau rendimento.

Deverá pois adoptar-se:

Refrigeração — 1 unidade para a produção de 250.000 Frig/hora a — 10° C.

Congelação — 2 unidades para a produção de 155.000 Frig/hora cada a — 25° C.

Na realidade a nossa Instalação tem uma potência superior.

DETERMINAÇÃO DA FIBRA MÉDIA DOS ARCOS DE ALVENARIA

CURVA DE TOLKMITT

POR MANUEL **BRAVO**
DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

A verificação da estabilidade de um arco de alvenaria, simplifica-se tanto mais quanto mais em harmonia com as cargas que actuam sôbre o arco fôr a forma escolhida para êste. Os dados de que em geral dispomos para o traçado da fibra média são: a abertura, ou o vão do arco, e a flecha [1].

Existe uma infinidade de curvas passando por estes pontos, devendo adoptar-se de entre elas aquela que mais se aproximar da curva das pressões resultante do sistema de cargas actuante.

Sucede, porém, que o sistema de cargas é variável conforme a hipótese que se considera, complicando-se o problema. Para o simplificar existem vários métodos, uns analíticos e outros gráficos.

Faremos uma rápida passagem sôbre os primeiros, e fixaremos, principalmente, a nossa atenção no método gráfico de Tolkmitt.

Em regra, em todos estes métodos se supõe que a espessura do arco varia segundo a lei do coseno:

$$e_i = e_o \cos \theta$$

sendo:

- e_i → espessura de uma junta qualquer
- e_o → espessura no fecho
- θ → ângulo da junta, com a vertical passando pelo seu centro de gravidade.

Nos métodos analíticos, demonstra-se que o funicular das cargas, coïncidirá com a fibra média do arco cuja projecção é a catenária:

$$y = \frac{h_o}{2}\left[e^{\frac{x}{\sqrt{\frac{H}{\alpha}}}} + e^{\frac{x}{\sqrt{\frac{H}{\alpha}}}} - 2 \right]$$

em que:

- h_o → é a carga sôbre o fecho, em altura de alvenaria
- H → impulsão horizontal
- α → pêso específico da alvenaria.

Supondo que a superfície de carga é contínua, homogénea, sem vazios, (mesmo que os timpanos não sejam cheios), e que a projecção vertical $e \cos \theta$ da espessura e do arco, num ponto qualquer, é constante. θ é o ângulo que faz com a vertical, a junta considerada.

1) *Método de Tortay*

Baseia-se no seguinte princípio:

Considera-se, não a fibra média mas o intradorso e extradorso do arco, supondo-o dividido numa série de n arcos elementares, cada um dêles suportando $\frac{1}{n}$ de carga, e faz-se crescer n indefinidamente. Se se pudessem supor os

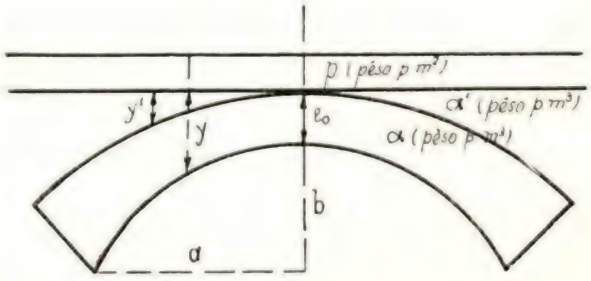


Fig. 1

[1] Excluimos os casos em que haja sujeição, quer por necessidades da circulação inferior, etc., quer, por exemplo, no caso em que se desejem aproveitar moldes já existentes.

arcos elementares, sem vazios, construir-se-ia um arco tendo em todos os seus pontos a mesma pressão média.

Como há sempre vazios, não acontece assim. Num arco considerado desta maneira, pode-se traçar uma curva das pressões passando pouco mais ou menos a meio de tôdas as juntas.

Tortay estabelece, entre outras, as seguintes fórmulas:

Intradorso $$y = \frac{b}{2k}\left[\omega^{\frac{x}{a}} + \omega^{-\frac{x}{a}} - 2\right]$$

Extradorso $$y' = y\,\frac{\alpha - \frac{k}{b}(p + \alpha e_0)}{\alpha - \alpha'}$$

sendo:

$$\frac{1}{K} = \frac{p + \alpha e_0}{\alpha' b}\left[1 - \frac{e_0 b\left[\frac{\alpha}{\alpha'} - 1\right]}{\frac{\alpha e_0 b}{\alpha'} + a^2\left(\frac{\omega - 1}{\omega + 1}\right)^2 \frac{1}{(\log \text{nep}\ \omega)^2}}\right]$$

2) *Método de Legay*

Toma para fibra média dum arco infinitamente fino, a catenária

$$y = \frac{h_0}{2}\left[e^{\frac{x}{\sqrt{\frac{H}{\alpha}}}} + e^{-\frac{x}{\sqrt{\frac{H}{\alpha}}}} - 2\right]$$

a que chama *catenoide*.

Considera depois um arco de espessura finita, e supõe-o articulado nos rins e no fêcho, determina a curva de carga e substitui-a por uma horizontal equivalente a h_0 acima do fêcho.

O melhor processo de achar h_0, é supor prèviamente um h_0 arbitrário carregando um arco *catenoide,* e procurar a curva das pressões passando pelos centros de gravidade, do fêcho e das nascenças, exprimindo que para

$$x = \frac{2a}{3}$$

a curva das pressões e a catenoide têm a mesma ordenada. Esta relação dá h_0. Há tabelas para o traçado.

3) *Método analítico de Tolkmitt* (1)

Toma como fibra média o anti-funicular, dos pesos mortos e de meia sobrecarga, passando pelos centros de gravidade do fêcho e das nascenças.

Encontra entre x e y (do intradorso), uma equação muito complicada, que se resolve por meio de tábuas numéricas dadas por êle na obra citada, e que Tolkmitt substitui por uma equação da forma:

$$y = \frac{m x^2}{a^2 \frac{b + m}{b} - x^2}$$

em que

$$m = \frac{h_0}{\frac{1}{8} + \frac{e_0}{\rho_0 + e_0}}$$

sendo

$$\rho_0 \text{ (raio de curvatura no fêcho)} = \frac{a^2}{2\,b\,m}(b + m)$$

ou ainda

$$\rho_0 = -e_0 + \frac{a_1^2}{16\,h_0}\left[\frac{h_0}{f_0} + \frac{1}{8} + \frac{8\,e_0 h_0}{a_1^2} + \sqrt{\left(\frac{h_0}{f_0} + \frac{1}{8} + \frac{8 e_0 f_0}{a_1^2}\right)^2 + \frac{32 e_0 h_0}{a_1^2}}\right]$$

A) *Método gráfico de Tolkmitt*

Como no método analítico, considera-se que, para arcos de alvenaria, a hipótese de carga a que corresponde maior probabilidade de coincidência da fibra média com as curvas das pressões do arco, é a de *meia sobrecarga.*

Tolkmitt adopta para fibra média do arco, o anti-funicular das cargas: pesos mortos e meia sobrecarga.

Vamos aplicar êste método, a um arco de alvenaria, de 44^m de vão e de flecha igual a 11^m, fazendo-lhe ligeiras modificações.

Com efeito, a finalidade dum processo como êste, não é o de verificar a estabilidade do arco, mas tão sòmente a de evitar que ao fazer-se esta verificação, sejamos obrigados pela sua insuficiência a abandonar a forma primitivamente escolhida. Se o processo de determina-

(1) Leitfaden für das Entwerfen und die Berechnung gewöbter Brücken.

ção da forma do arco fôr tão trabalhoso como o da verificação da estabilidade, aquele perde, senão todo interêsse, pelo menos a sua utilidade.

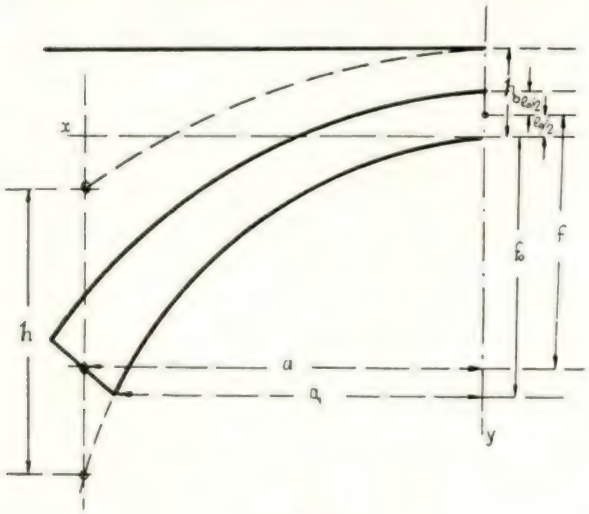


Fig. 2

É necessário, portanto, um processo expedito, mas suficientemente aproximado. Convém observar, que tratando-se de um processo gráfico, há necessidade de proceder com o máximo cuidado para diminuir os êrros de graficismo.

Nunca podemos obter as grandezas medidas à escala, sôbre o desenho, com uma precisão maior do que 0,2 $^{m}/_{m}$, sem fatigar extraordinàriamente a vista e a atenção. Para um desenho numa escala de $^{1}/_{100}$ ou $^{1}/_{50}$, teremos um êrro na curva das pressões, de $\pm$(20 a 10 $^{m}/_{m}$), o que dá nas condições de rigor máximo provável, um êrro de 2 a 1 %.

EXEMPLO (1)

Começámos por fixar as dimensões dos elementos da ponte; por comparação com obras existentes.

As fórmulas aconselhadas por Sejourné, dão-nos para o arco:

espessura no fecho → 1,^{m}245 ~ 1,^{m}30

espessura nas nascenças → 1,^{m}95

Adoptámos como primeiro eixo do arco, uma curva de forma parabólica, traçada por sentimento (desenhada a traço-ponto, fig. 4).

Decompõe-se a fibra média em troços de igual projecção horizontal, ds_h, sendo os extremos iguais a $\frac{ds_h}{2}$. Achámos os pesos que actuam:

a) *Pesos dos elementos de arco.*
b) *Pesos dos elementos de transmissão das cargas.*
c) *Pêso* dos passeios, parapeitos, enchimento, faixa de rolagem, etc.
d) *Pêso de* $^{1}/_{2}$ *sobrecarga uniformemente distribuída.*

Numerámos desde *1* a *11* as cargas que actuam no centro de gravidade dos troços e de *12* a *18 (1.ª tentativa)*, ou 12 a 17 *(2.ª tentativa)*, as referentes à super-estrutura e sobrecarga uniforme.

Para o traçado da curva das pressões, suposemos o arco isostático, articulado no fêcho e nas nascenças, de forma exactamente igual à do nosso arco hiperestático. Sendo assim, a curva das pressões passará pelos centros de gravidade do fêcho e das nascenças; e a impulsão do sistema de fôrças actuantes obtem-se igualando a zero a soma dos momentos, em relação ao centro de gravidade do fêcho de tôdas as fôrças à esquerda ou direita dêste.

$$Hf - \frac{A}{2}a + \Sigma M = O \therefore \boxed{H = \frac{\frac{A}{2}a - \Sigma M}{f}} \quad ...(1)$$

Onde, (fig. 3):

$\frac{A}{2}$ = *reacção vertical na nascença da esquerda ou direita conforme o sistema de cargas considerado.*

a = *semi-vão.*

f = *flecha.*

ΣM = *Soma dos momentos das cargas consideradas, em relação ao fêcho.*

Determinada a impulsão H, traçamos o polígono de fôrças e em seguida a curva das pressões, que, geralmente, se afasta da primitiva curva adoptada como eixo do arco.

Devemos, então, repetir as operações, mas considerando agora como eixo do arco, o polígono funicular obtido a partir da impulsão H

Os pesos que actuam no novo arco assim obtido são, evidentemente, diferentes dos an-

(1) Damos o título de exemplo, o traçado da curva de Tolkmitt, feito na aula prática de Pontes.

teriores, e, calculados os novos pesos e seguindo a mesma marcha indicada anteriormente obtemos, também, uma nova impulsão

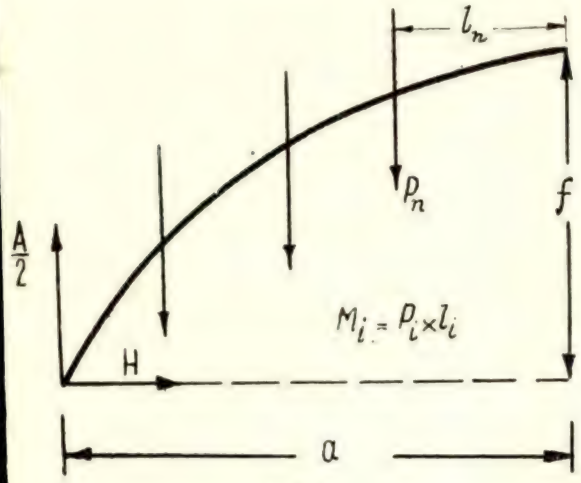


Fig. 3

a partir da qual construímos outro polígono de fôrças e o correspondente polígono funicular. Estas tentativas repetem-se até que seja desprezível a diferença entre 2 polígonos sucessivos. A última linha das pressões achada é a que se toma para fibra média do arco.

Vamos pormenorizar as operações efectuadas.

a) 1.ª TENTATIVA

Consideremos um arco de vão $2a = 44^m$ e flecha $f = 11^m$

$$\left(\frac{f}{2a} = \frac{1}{4}\right)$$

Avaliámos os pesos por metro corrente de largura. A carga uniformemente distribuída por metro quadrado de faixa de rolagem (suposta mais desfavorável que as cargas concentradas do combóio de camiões), é (1)

$$q = 820 - 4l = 820 - 4 \times 44 = 644 \text{ Kgs/m}^2$$

Sendo a sobrecarga por metro quadrado de passeio (2), igual a 400 Kgs, a sobrecarga média uniformemente repartida por metro quadrado de arco, supondo êste com 9^m de largura, (6^m de faixa de rolagem e $2 \times 1,^m50$ de passeio), é:

$$\frac{6 \times 644 + 2 \times 400 \times 1,5}{9} = \frac{3864 + 1200}{9} = 565 \text{ Kgs.}$$

Considerando uma faixa de 1^m de largura, teremos uma carga de 565 Kgs./m.

Os pesos avaliados são os que constam do seguinte quadro: (1)

Cargas	Pêso Morto Kgs.	Sobrecarga Kgs.	Total Kgs.
P_1	13.380	—	13.380
P_2	11.380	—	11 380
P_3	9.800	—	9.800
P_4	8.500	—	8.500
P_5	8.000	—	8.000
P_6	7.400	—	7.400
P_7	7 050	—	7.050
P_8	6.750	—	6.750
P_9	6.650	—	6.650
P_{10}	6.500	—	6.500
P_{11}	6.250	—	6.250
P_{12}	17.900	1.130	19.030
P_{13}	13.520	1.130	14.650
P_{14}	11.000	1.000	12.000
P_{15}	7.200	—	7.200
P_{16}	2.300	—	2.300
P_{17}	1.200	—	1.200
P_{18}	—	3.390	3.390

Pêso total $= \Sigma P = A/2 = 151.430$ Kgs.

Momentos em relação ao fêcho

(o indice da letra M *corresponde ao da letra* P *anterior)*

$M_1 = 13.380^{kg} \times 21^m \rightarrow 280.980^{kg.m}$
$M_2 = 11.380 \times 19 \rightarrow 216.200$ »
$M_3 = 9.800 \times 17 \rightarrow 166.600$ »
$M_4 = 8.500 \times 15 \rightarrow 127.500$ »
$M_5 = 8.000 \times 13 \rightarrow 104.000$ »
$M_6 = 7.400 \times 11 \rightarrow 81.400$ »
$M_7 = 7.050 \times 9 \rightarrow 63.450$ »
$M_8 = 6.750 \times 7 \rightarrow 47.250$ »

(1) Regulamento de Pontes Metálicas, Art. 43, n.º 2.
(2) Loc. cit., n.º 1.

(1) Para a marcação das cargas no desenho, convém efectuar a soma das cargas sucessivas. P_1; P_2; P_{12}; P_3; P_4; P_{13}...

$M_9 = 6.650 \times 5 \rightarrow 33.250^{kg.m}$
$M_{10} = 6.500 \times 3 \rightarrow 19.500$ »
$M_{11} = 6.250 \times 1 \rightarrow 6.250$ »
$M_{12} = 19.030 \times 18 \rightarrow 342.540$ »
$M_{13} = 14.650 \times 14 \rightarrow 205.100$ »
$M_{14} = 12.000 \times 9{,}35 \rightarrow 112.200$ »
$M_{15} = 7.200 \times 7{,}35 \rightarrow 52.920$ »
$M_{16} = 2.300 \times 5{,}30 \rightarrow 12.190$ »
$M_{17} = 1.200 \times 2{,}75 \rightarrow 3.300$ »
$M_{18} = 3.390 \times 6{,}00 \rightarrow 20.340$ »

$\Sigma M = 1.894.990^{kg.m}$

Aplicando a fórmula (1), vem:

$$H_1 = \frac{151.430 \times 22 - 1.894.990}{11} = \frac{1.436.470}{11} = 130.588 \text{ kg.}$$

Traçamos o funicular correspondente (traço interrompido, fig. 4) ao polígono de fôrças de distância polar $H_1 = 130.588$ kgs e verificamos que aquele se afasta sensivelmente do eixo primitivamente escolhido, motivo porque repetimos o processo.

b) 2.ª TENTATIVA

Tomamos o funicular traçado anteriormente, como eixo médio da nova forma do arco, sendo as novas cargas a considerar as seguintes:

$P_1 = 13.800$ Kgs.
$P_2 = 12.900$ »
$P_3 = 11.050$ »
$P_4 = 10.450$ »
$P_5 = 9.680$ »
$P_6 = 8.770$ »
$P_7 = 7.820$ »
$P_8 = 7.170$ »
$P_9 = 6.410$ »
$P_{10} = 6.380$ »
$P_{11} = 6.150$ »
$P_{12} = 19.030 - 1.125 = 17.905$ Kgs.
$P_{13} = 14.650 - 2.040 = 12.610$ Kgs.
$P_{14} = 7.200$ Kgs.
$P_{15} = 3.360$ »
$P_{16} = 3.500$ »
$P_{17} = 12 \times \frac{565}{2} = 3.390$ Kgs.

Total $\Sigma P = \frac{A}{2} = 148.545$ Kgs.

(Com a nova distribuïção, $\overline{P}_{18}$ é suprimida, e tôdas as cargas sofrem modificação; P_{12} e P_{13} podem-se obter das anteriores subtraindo-lhes o pêso da parte que a fig. 4 indica).

Momentos em relação ao fêcho

$M_1 = 13.800^{kg.} \times 21^m \rightarrow 289.800^{kg.m}$
$M_2 = 12.900$ » $\times 19 \rightarrow 245.100$ »
$M_3 = 11.050$ » $\times 17 \rightarrow 187.850$ »
$M_4 = 10.450$ » $\times 15 \rightarrow 156.750$ »
$M_5 = 9.680$ » $\times 13 \rightarrow 125.840$ »
$M_6 = 8.770$ » $\times 11 \rightarrow 96.470$ »
$M_7 = 7.820$ » $\times 9 \rightarrow 70.380$ »
$M_8 = 7.170$ » $\times 7 \rightarrow 50.190$ »
$M_9 = 6.410$ » $\times 5 \rightarrow 32.050$ »
$M_{10} = 6.380$ » $\times 3 \rightarrow 19.140$ »
$M_{11} = 6.150$ » $\times 1 \rightarrow 6.150$ »
$M_{12} = 17.905$ » $\times 18 \rightarrow 322.290$ »
$M_{13} = 12.610$ » $\times 14 \rightarrow 176.540$ »
$M_{14} = 7.200$ » $\times 9{,}35 \rightarrow 67.320$ »
$M_{15} = 3.360$ » $\times 7{,}35 \rightarrow 24.696$ »
$M_{16} = 3.500$ » $\times 4{,}20 \rightarrow 14.700$ »
$M_{17} = 3.390$ » $\times 6{,}00 \rightarrow 20.340$ »

$\Sigma M = 1.905.606^{kg.m}$

Aplicando a fórmula (1), tira-se:

$$H_2 = \frac{148.545 \times 22 - 1.905.606}{11} = \frac{1.362.384}{11} = 123.853 \text{ kgs.}$$

Adoptamos como fibra média do arco o funicular desenhado a traço cheio, e construido com distância polar H_2.

(Convém observar que o arco desenhado a traço cheio, corresponde à fibra média desenhada a traço interrompido, fig. 4).

Cálculo das ordenadas dos centros de gravidade

Ora a curva obtida, desconhecida como é a sua equação, só se pode definir por pontos. Para êsse efeito consideramos um sistema de dois eixos ortogonais de origem no centro de gravidade da nascença do semi-arco em estudo, e com o eixo das abcissas horizontal.

Consideramos como positivas, as abcissas à direita da origem e as ordenadas acima do eixo das abcissas.

O cálculo das ordenadas dos centros de gravidade efectua-se considerando os triângulos semelhantes que correspondem ao polígono das fôrças e às linhas pressões (fig. 4). Para calcular a ordenada do centro de gravidade de

qualquer junta, a junta (I) por exemplo, temos de efectuar duas séries de operações.

1.ª) Cálculo das ordenadas $\bar{y}_1$ e $\bar{y}_2$ dos pontos de intersecção das cargas P_1 e P_2 com a linha das pressões.

$$\frac{\bar{y}_1}{1{,}00} = \frac{148.545}{123.853} = 1{,}^{m}1993$$

$$\frac{\bar{y}_2}{2{,}00} = \frac{134.745}{123.853} = 2{,}^{m}1750 \text{ (1)}$$

Portanto a ordenada total em P_2 é

$$2{,}1750 + 1{,}1993 = 3{,}^{m}3743$$

2.ª) Interpolação linear entre $\bar{y}_1$ e $\bar{y}_2$; obtemos assim a ordenada do ponto médio, que é o centro de gravidade da junta (I) do nosso arco. (2)

$$\frac{1{,}^{m}1993 + 3.374}{2} = 2{,}^{m}287$$

(Chamamos *pontos médios,* aos pontos de intersecção da linha das pressões com as verticais que dividem ao meio a distância entre cargas sucessivas).

Anàlogamente se procederia para os outros pontos.

O resumo das operações encontra-se no quadro I

A diferença entre a soma de tôdas as ordenadas e a flecha é de $0{,}^{m}002$.

No quadro II efectuámos a compensação.

Agora temos os elementos suficientes para calcular os diferentes comprimentos de arco ds_i ; êles não são mais do que as hipotenusas de triângulos rectângulos cujos catetos são conhecidos: o cateto horizontal é igual à distância entre pontos médios, e o cateto vertical é igual à *diferença* correspondente. Temos assim:

$$d_{s_1} = \sqrt{200^2 + 228{,}7^2} = \ldots\ 303{,}9^{cm}$$
$$d_{s_2} = \sqrt{150^2 + 158^2} = \ldots\ 217{,}8 \text{ »}$$
$$d_{s_{12}} = \sqrt{100^2 + 90{,}3^2} = \ldots\ 134{,}7 \text{ »}$$
$$d_{s_3} = \sqrt{150^2 + 116{,}9^2} = \ldots\ 190{,}1 \text{ »}$$
$$d_{s_4} = \sqrt{150^2 + 108{,}4^2} = \ldots\ 234{,}6 \text{ »}$$
$$d_{s_{13}} = \sqrt{100^2 + 61{,}4^2} = \ldots\ 117{,}3 \text{ »}$$
$$d_{s_5} = \sqrt{150^2 + 76{,}8^2} = \ldots\ 168{,}5 \text{ »}$$
$$d_{s_6} = \sqrt{182{,}5^2 + 82{,}8^2} = \ldots\ 200{,}4 \text{ »}$$
$$d_{s_{14}} = \sqrt{100^2 + 40{,}5^2} = \ldots\ 107{,}8 \text{ »}$$
$$d_{s_7} = \sqrt{100^2 + 30{,}4^2} = \ldots\ 104{,}5 \text{ »}$$
$$d_{s_{15}} = \sqrt{100^2 + 28{,}9^2} = \ldots\ 104{,}1 \text{ »}$$
$$d_{s_8} = \sqrt{67{,}5^2 + 14{,}0^2} = \ldots\ 69{,}0 \text{ »}$$
$$d_{s_{17}} = \sqrt{100^2 + 19{,}5^2} = \ldots\ 101{,}9 \text{ »}$$
$$d_{s_9} = \sqrt{90^2 + 14{,}3^2} = \ldots\ 91{,}2 \text{ »}$$
$$d_{s_{16}} = \sqrt{100^2 + 11{,}2^2} = \ldots\ 100{,}6 \text{ »}$$
$$d_{s_{10}} = \sqrt{160^2 + 11{,}0^2} = \ldots\ 160{,}4 \text{ »}$$
$$d_{s_{11}} = \sqrt{200^2 + 5{,}0^2} = \ldots\ 200{,}1 \text{ »}$$
$$\Sigma\, ds = 2606{,}9^{cm}$$

Na verificação da estabilidade do arco, constatámos que para tôdas as hipóteses de carga usuais, ela estava perfeitamente assegurada.

Pelo que diz respeito à excentricidade, a hipótese mais desfavorável é a do arco simples. Assim, na junta (IV), em que:

$$e = 185^{cm} \text{ temos } d = 18^{cm}$$

mas os trabalhos unitários são:

$R_{máximo}$	→	8,7	Kgs/cm²
$R_{médio}$	→	5,5	» »
$R_{mínimo}$	→	2,3	» »

Na maior parte das juntas, e nas outras hipóteses, a excentricidade oscila entre 2 e 8^{cm}, havendo numerosas juntas em que ela é nula.

---

(1) $\left(\begin{array}{l} 134.745 = 148.545 - 13.800 = 148.545 - P_1 \\ 123.853 = H_2 \end{array}\right)$

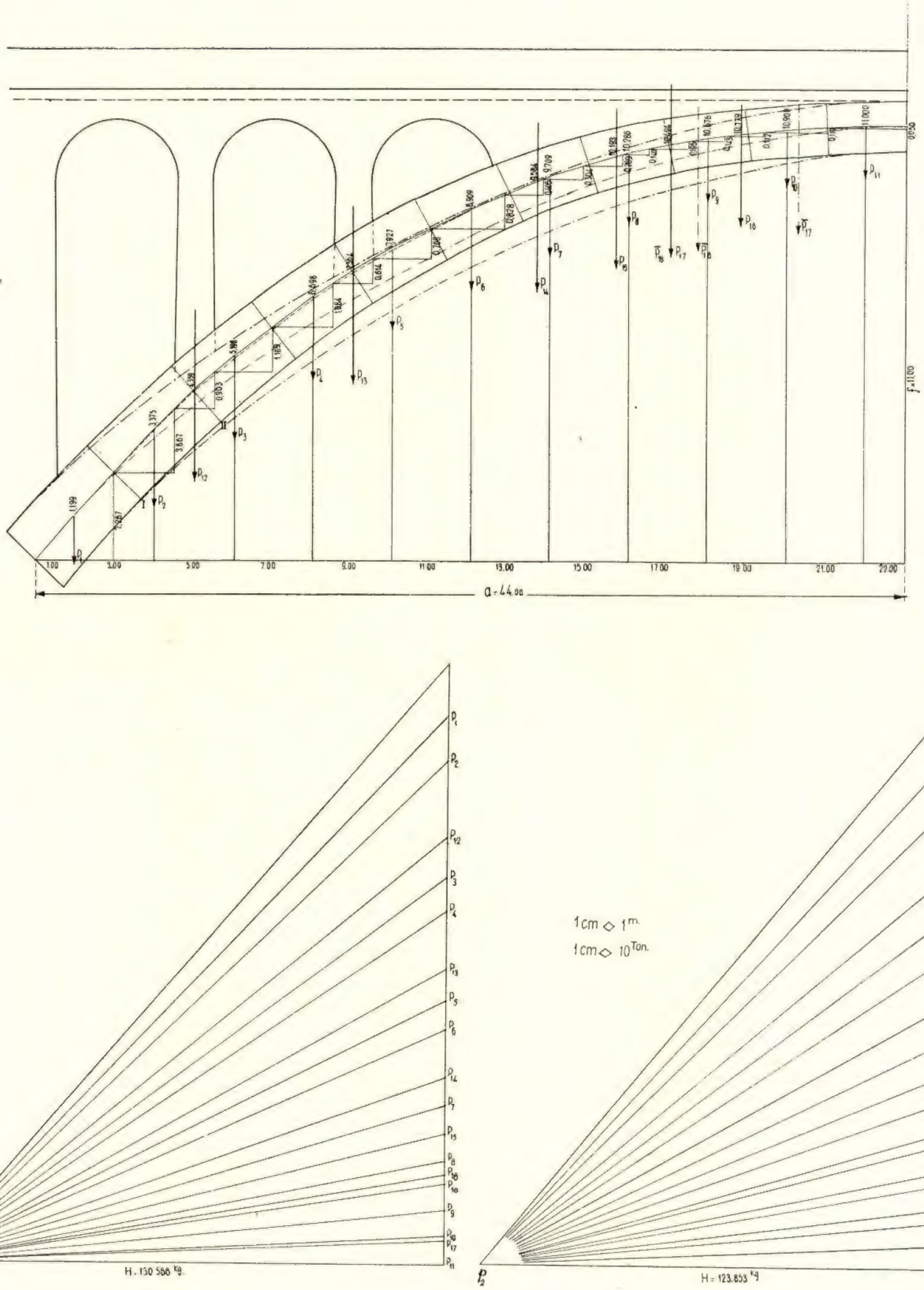
(2) O arco não está desenhado. É o que tem como fibra média, a que está representada a traço cheio na fig. 4. O arco desenhado a cheio corresponde à fibra média a tracejado.

QUADRO I

Carga	Distância (m)	Ordenada (m)	Soma sucessiva (m)
P_1	1,00	$\bar{y}_1 = 1{,}00 \times \frac{148.545}{123.853} = 1{,}1993$	
	2,00		1,1993
P_2		$\bar{y}_2 = 2{,}00 \times \frac{134.745}{123.853} = 2{,}1750$	
	1,00		3,3743
P_{12}		$\bar{y}_{12} = 1{,}00 \times \frac{121.845}{123.853} = 0{,}9838$	
	1,00		4,358
P_3		$\bar{y}_3 = 1{,}00 \times \frac{103.940}{123.853} = 0{,}839$	
	2,00		5,197
P_4		$\bar{y}_4 = 2{,}00 \times \frac{92.890}{123.853} = 1{,}4999$	
	1,00		6,697
P_{13}		$\bar{y}_{13} = 1{,}00 \times \frac{82.440}{123.853} = 0{,}6656$	
	1,00		7,363
P_5		$\bar{y}_5 = 1{,}00 \times \frac{69.830}{123.853} = 0{,}5638$	
	2,00		7,926
P_6		$\bar{y}_6 = 2{,}00 \times \frac{60.150}{123.853} = 0{,}9713$	
	1,65		8,898
P_{14}		$\bar{y}_{14} = 1{,}65 \times \frac{51.380}{123.853} = 0{,}6844$	
	0,35		9,582
P_7		$\bar{y}_7 = 0{,}35 \times \frac{44.180}{123.853} = 0{,}1248$	
	1,65		9,707
P_{15}		$\bar{y}_{15} = 1{,}65 \times \frac{36.360}{123.853} = 0{,}484$	
	0,35		10,191
P_8		$\bar{y}_8 = 0{,}35 \times \frac{33.000}{123.853} = 0{,}093$	
	1,00		10,284
P_{17}		$\bar{y}_{17} = 1{,}00 \times \frac{25.830}{123.853} = 0{,}2085$	
	1,00		10,492
P_9		$\bar{y}_9 = 1{,}00 \times \frac{22.440}{123.853} = 0{,}1812$	
	0,80		10,674
P_{16}		$\bar{y}_{16} = 0{,}80 \times \frac{16.030}{123.853} = 0{,}1035$	
	1,20		10,777
P_{10}		$\bar{y}_{10} = 1{,}20 \times \frac{12.530}{123.853} = 0{,}1214$	
	2,00		10,899
P_{11}		$\bar{y}_{11} = 2{,}00 \times \frac{6.150}{123.253} = 0{,}099$	
			10,998

TRAÇADO DA CURVA DE TOLKMITT

Fig. 4



QUADRO II

Cargas	Distancia entre cargas (m)	Ordenada da intersecção da carga com o poligono das pressões (m)	Distancia entre pontos médios (m)	Ordenada do ponto médio (cm)	Diferença (cm)
Origem					
	1,00			000,0	
P_1		1,199	2,00		228,7
	2,00			228,7	
P_2		3,375	1,50		158,0
	1,00			386,7	
P_{12}		4,359	1,00		90,3
	1,00			477,0	
P_3		5,198	1,50		116,9
	2,00			594,8	
P_4		6,698	1,50		108,4
	1,00			703,2	
P_{13}		7,354	1,00		61,4
	1,00			764,6	
P_5		7,927	1,50		76,8
	2,00			841,4	
P_6		8,900	1,825		82,8
	1,65			924,2	
P_{14}		9,584	1,00		40,5
	0,35			964,7	
P_7		9,709	1,00		30,4
	1,65			995,1	
P_{15}		10,193	1,00		28,9
	0,35			1024,0	
P_8		10,286	0,675		14,0
	1,00			1039,0	
P_{17}		10,494	1,00		19,5
	1,00			1058,5	
P_9		10,676	0,90		14,3
	0,80			1072,8	
P_{16}		10,779	1,00		11,2
	1,20			1084,0	
P_{10}		10,900	1,60		11,0
	2,00			1085,0	
P_{11}		11,000	2,00		5,0
fêcho	1,00			1100.0	

BIBLIOGRAFIA

Sejourné — *Grands Voutes.* — Vol. III (Pigelet — *Bourges* 1913).

Miozzi — *Calcoli per grandi ponti ad arco* — (Hoepli, *Milão*, 1932).

Kögler — *Cálculo de arcos* — (Labor — *Barcelona*, 1933).

REVESTIMENTO DE TÚNEIS

Breves notas

POR JOSÉ AUGUSTO DOS SANTOS
DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Obras desta natureza são bastante raras e os poucos trabalhos e estudos que se tem feito, são quási completamente desconhecidos. Por esta razão e possìvelmente pelos tratados teóricos serem alemães, o desinteresse é geral.

Tive conhecimento através dum artigo do Eng.º José Amadei no Boletim do Instituto de Engenharia de São Paulo, que a revista «L'Ingegnere» do Sindicato Nacional Fascista de Engenheiros de Itália, no número de 1936, trazia um vasto e completo artigo crítico sôbre revestimento de túneis, do ilustre Eng.º Doutor Mário Giovani. O Autor analisa e compara os diferentes métodos que permitem calcular a espessura dos revestimentos das galerias, sejam estas em alvenaria, formigão ou metálicas. O problema está muito longe de ter sido resolvido, e, talvez não o será nunca, como diz o Eng.º Geovani, salvo raros casos, porque, tanto a forma como a espessura do revestimento, dependem da posição, natureza e direcção das fôrças, às quais devem resistir.

Elas podem variar, além disso e também notàvelmente, com o tempo, porque as acções físicas, física-químicas, e variações de volume causados pelos agentes atmosféricos, pela humidade, pelas águas, etc., se manifestam em maior ou menor espaço de tempo.

Elas podem influir também fortemente sôbre a coesão dos terrenos e sôbre os empuxos que êstes podem exercer sôbre os revestimentos.

Para tentar resolver o problema há numerosos métodos, todos êles imperfeitos porque as hipóteses supostas afastam-se muito da realidade.

O Eng.º Geovani mostra claramente que se deve abandonar o método de Kommerell, e diz que, os cálculos dêste são uma fantasia, um mascaramento de conceitos, que poderiam ser expressos de modo muito mais simples, se isso não tivesse tornado evidentes as hipóteses arbitrárias sôbre as quais está o método fundado.

No caso em que se podem fazer hipóteses plausivas sôbre a natureza e direcção das fôrças que agem contra o revestimento de um túnel, isto é, no caso de galerias artificiais, ou em areia, ou ainda em terrenos lamacentos ou aquíferos, acha preferível seguir os velhos métodos de Corioni e Ritter os quais permitem uma determinação mais racional das fôrças que actuam sôbre os revestimentos, de forma que aplicando a tais fôrças os sistemas mais recentes e mais aperfeiçoados para a verificação da estabilidade da abóbada, dos pés direitos, e da sub-abóbada, as dimensões destas podem ser mais racionalmente determinadas.

Além dêstes dois métodos, que o Autor trata especialmente, critica muitos outros [1], senão todos, tendo o cuidado de separar os estudos sôbre revestimentos de galerias em terra e em rocha.

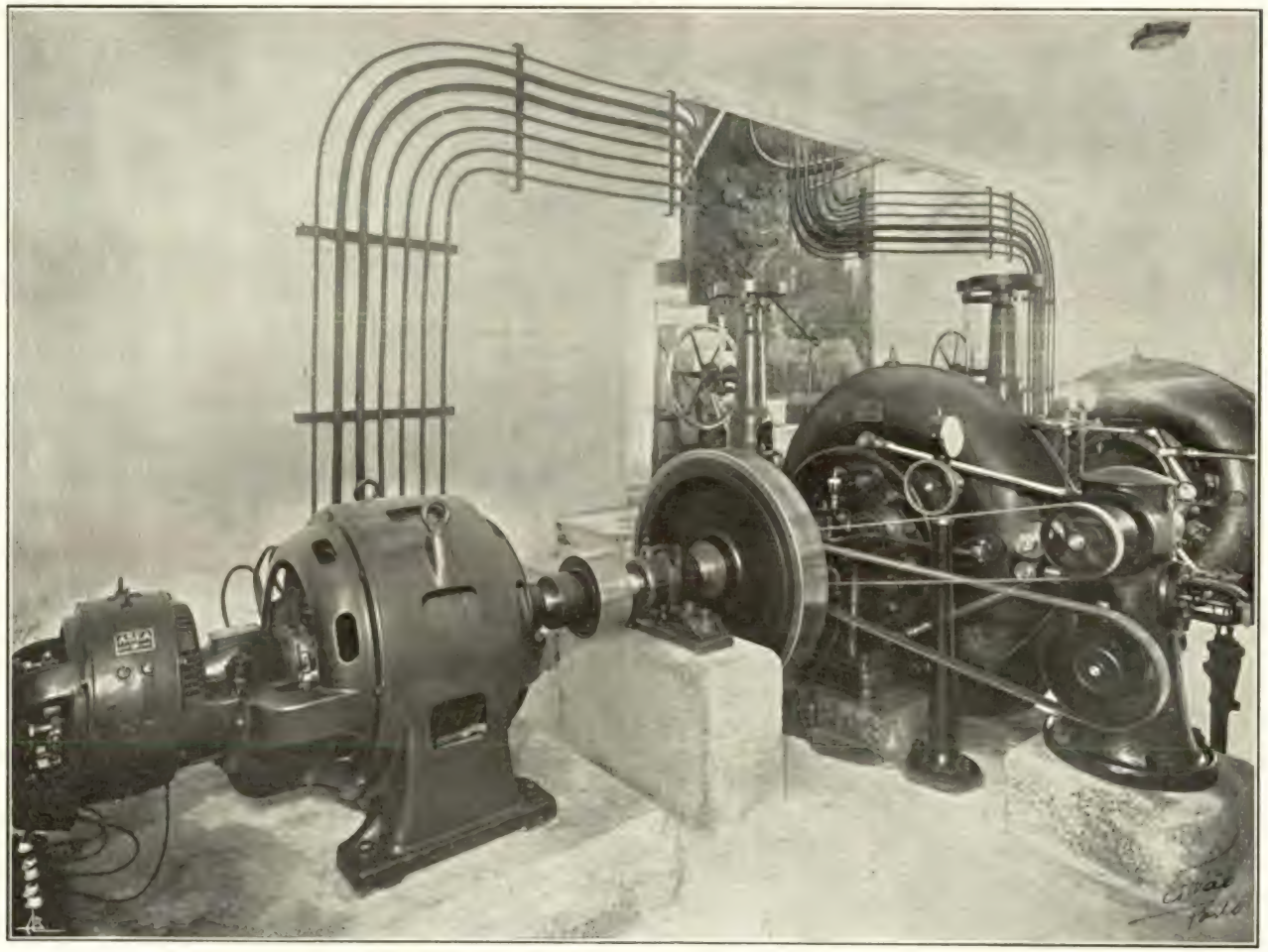
---

[1] — Método de Culmann, de Bucchia, a teoria de Heim, os estudos de Engesser, os estudos e experiências de Gröger, os estudos de Ceradini, os ensaios de Bruno, os estudos e experiências de Janssen, as observações de Brandau no túnel de Gothardo e estudos de Wilmann.

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

LISBOA PORTO



CENTRAL HIDRO-ELÉCTRICA DA FÁBRICA DO BUGIO — FAFE

Tôda a instalação eléctrica desta Fábrica foi montada em 1928 com material "ASEA", compondo-se de 3 alternadores com a potência total de 1030 kVA, 400/231 volts, 2 transformadores com a potêncial total de 350 kVA, 400/5000-13000-15000 volts, 7 motores eléctricos com a potência total de 439 cavalos, com caixas de manobra automáticas, quadro de distribuição de 5 paineis e tôda a aparelhagem e cabos de alta e baixa tensão. A parte mecânica da Central é constituida por duas turbinas com a potência total de 620 cavalos.

Tip. Pôrto Médico, L.da — PORTO

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

REPRESENTANTES DAS FIRMAS

ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA A.B. (ASEA), VÉSTERAS, SUÉCIA

Motores e geradores de corrente continua e alterna, transformadores, aparelhagem de alta e de baixa tensão. Ascensores, monta-cargas e gruas. Máquinas eléctricas especiais para as indústrias de fiação, tecelagem, papel, etc. Electrificação completa de fábricas, caminhos de ferro, etc.

SVENSKA TURBINFABRIKS A.B. LJUNGSTRÖM, FINSPONG, SUÉCIA

Turbinas a vapor **STAL.**

AKTIEBOLAGET ATLAS DIESEL, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Motores a óleos pesados estacionários e marítimos **POLAR.**
Compressores e ferramentas pneumáticas **ATLAS.**

AKTIEBOLAGET PENTAVERKEN, SKÖVDE, SUÉCIA

Motores marítimos **PENTA** a gasolina, petróleo e óleo. Moto-bombas, grupos electrogéneos.

LANDIS & GYR S.A., ZUG, SUISSA

Contadores eléctricos e aparelhos derivados, relógios e auto-interruptores.

GEBR. RITZ & SCHWEIZER, SCHWÄB, GMÜND, ALEMANHA

Bombas centrifugas, de alta e baixa pressão.

BAMFORDS, LTD., UTTOXETER, INGLATERRA

Motores Diesel de pequenas potências, motores a gasolina e petróleo.

SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, SANDVIKEN, SUÉCIA

Aços para tôdas as aplicações.

LOUIS BRENTA, BRUXELAS, BÉLGICA

Serras de fita para trabalhar madeira, com e sem chariot.

JEAN VICAN, CASTELJALOUX, FRANÇA

Máquinas para trabalhar madeira.

AKTIEBOLAGET BALTIC, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Desnatadeiras, batedeiras, máquinas para o tratamento do leite.

BERLIN-ANHALTISCHE MASCHINENBAU, A. G., DESSAU, ALEMANHA (BAMAG).

Materiais para transmissões, aparelhos diferenciais eléctricos, tensores de correia.

BERLINER MASCHINENBAU-A. G. (SCHWARTZKOPFF), BERLIM, ALEMANHA

Locomotivas a vapor e a óleo, material para caminhos de ferro.

NOTICIÁRIO

França

Por ocasião da Exposição Internacional de Paris de 1937, realizar-se-á ali, de 6 a 11 de Julho, um Congresso Internacional sob a presidência de Mr. Fabry, membro da Academia das Ciências, para o estudo de tôdas as questões de metrologia do Tempo, dos Comprimentos e das Massas, não ùnicamente sob o ponto de vista científico e abstracto, mas ainda, e sobretudo, sob o ponto de vista das suas aplicações industriais.

Para tôdas as informações (programa, condições de adesão, etc...) dirigir-se ao Secretariado das «Journées Internationales de Chronometrie et de Metrologie», 29, R. Berry, Paris (8º).

Suissa

Melhoramento da velocidade dos caminhos de ferro

As experiências favoráveis feitas no decurso do ano passado com os combóios ligeiros e as «flechas» rápidas, incitaram os caminhos de ferro federais suissos a prosseguir a aplicação daquele sistema.

Apesar disso os novos combóios rápidos ou combóios-blocos, constituídos por duas automotoras separadas por um vagão intermediário, vão ser postos em serviço pròximamente.

Trata-se duma construção inteiramente nova que poderá atingir a velocidade de 150 km. à hora e que permitirá melhorar sensìvelmente as comunicações entre as grandes localidades.

O desenvolvimento das estradas de betão na Suissa

A estrada de betão tem a tendência a desenvolver-se na Suissa. Existiam, de facto, 138 km. de estradas betonadas no fim de 1936, o que representa uma superfície de 830.000 m² contra 512.000 em 1934.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Géneratrices et Moteurs à courent continu

Por ÉDOUARD RATH
Engenheiro Chefe da Société Als-Thons
e JOSEPH BARDIN
Engenheiro da Société Als-Thons

Colecção Armand Colin, vol. n.º 175

A corrente alternada é universalmente empregada no transporte e distribuïção de energia eléctrica. Mas só a corrente contínua permite resolver outros problemas como seja a electrolise, a acumulação de energia e grande número de problemas industriais e científicos.

Muitas vezes a corrente contínua conduz a soluções mais económicas, elásticas ou mais elegantes que a corrente alternada, como por exemplo na tracção eléctrica, iluminação de veículos e em todas as aplicações em que seja variar o binário e a velocidade entre limites apertados.

Êste livro dá indicações muito completas embora não desça ao pormenor da construção de máquinas de corrente contínua.

A exposição é muito clara auxiliada por numerosos gráficos.

Embora não indique uma marcha de cálculo seguida a sua leitura é muito últil quando se queira calcular e construir uma máquina de corrente contínua.

J. M. P. A.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUESA, CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Abril de 1937.

BROTÉRIA — Março de 1937.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Abril de 1937.

DEFÊSA NACIONAL — Abril de 1937.

ESTUDOS — Março de 1937.

GIL VICENTE — Março de 1937.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — 1 e 16 de Abril de 1937.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Abril de 1937.

O MUNDO PORTUGUÊS — Abril de 1937.

NAÇÃO PORTUGUESA — Fasc. VI — 1937.

NEPTUNO — Abril de 1937.

PORTUGAL CORTICEIRO — 1 e 15 de Abril de 1937.

REVISTA DE ARTILHARIA — Abril de 1937.

REVISTA PORTUGUÊSA DE COMUNICAÇÕES — Abril de 1937.

SEARA NOVA — N.os 499, 500 e 503 a 508.

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA INGENERIA — Abril de 1937.

ARGENTINA

LA INGENIERIA — Abril de 1937.

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES — Março de 1937.

BÉLGICA

L'OSSATURE METALIQUE — Abril de 1937.

BRASIL

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Fevereiro e Março de 1937.

REVISTA DA DIRECTORIA DE ENGENHARIA — Março de 1937.

BOLETIM DO INSTITUTO DE ENGENHARIA — Abril de 1937.

FRANÇA

REVUE DE L'ALUMINIUM — Março e Abril de 1937.

REVUE DU NICKEL — Abril de 1937.

LA TECHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE — Abril de 1937.

AGE DU CIMENT — Abril de 1937.

ITÁLIA

L'INGEGNERE — Abril de 1937.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

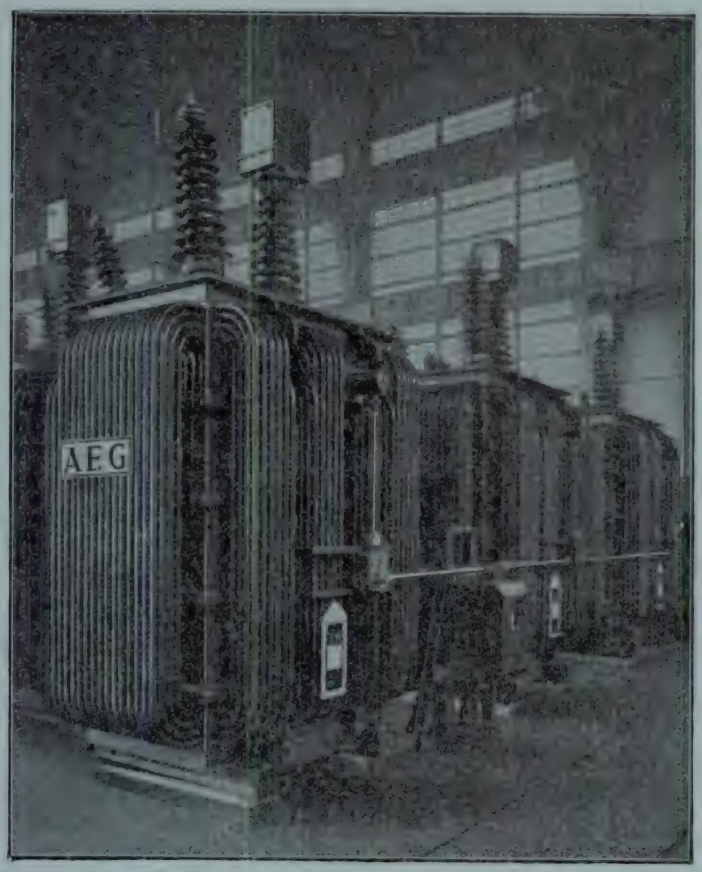
CORPO REDACTORIAL: JOSE AUGUSTO DOS SANTOS, JOSÉ M. P. ATHAYDE, LUIZ MONTEIRO FORTE

ADMINISTRADOR: LUIZ GUIMARÃES LOBATO

DIRECTOR: MANUEL BRAVO

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

AEG LUSITANA DE ELECTRICIDADE



Transformador para regular a tensão com carga

Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de caminhos de ferro. Máquinas para soldadura eléctrica por arco e resistência para tôdas as aplicações. Estações de transformação de qualquer capacidade e tensão. Accionamentos eléctricos especiais para fábricas texteis. Motores e aparelhagens para tôdas as indústrias.

Motores de duplo enrolamento sem escôvas nem resistência de arranque

AEG

LISBOA
Rua dos Fanqueiros, 12 a 16

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 209 a 215

TAM-TEX

A tinta impremeabilizadora empregada nas importantes obras do Estado e particulares; como:

ÚNICOS IMPORTADORES

AGUIAR & MELO, L.DA

P. do Municipio, 13, Loja

L I S B O A

Arsenal do Alfeite
Colégio de St.ª Dorotea (Lisboa)
Créche Júlia Moreira (Lisboa)
Escola do Bairro Social do Arco do Cego
Escola Naval no Alfeite
Hospital Curry Cabral
Hospital de St.º António dos Capuchos
Instituto Nacional de Estatística
Liceu Fialho d'Almeida (Beja)
Liceu Júlio Henriques (Coimbra)
Liceu Latino Coelho (Lamego)
Maternidade Júlio Diniz (Pôrto)
Novo Manicómio de Lisboa
Palácio Nacional de Belem
Etc., Etc.

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CAVAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 *Lisboa*

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

MUNDET & C.ª L.DA

Produtores, fabricantes e exportadores de cortiça e de todos os produtos dela derivados

Séde: SEIXAL--Fábrica: MONTIJO (Nascente)

AGENCIA GERAL

Dirigida por: Engenheiro José Belard da Fonseca e Construtor Amadeu Gaudêncio

ESCRITÓRIO: Rua Dr. Alexandre Braga, 55 // Telefones P. B. X. 4 3191 - 4 3192 // LISBOA // Sociedade de Construções Amadeu Gaudêncio, Limitada

O Parquet em mosaico de cortiça constitui o mais agradável, o mais cómodo, o mais decorativo e o mais higiénico pavimento de qualquer habitação

T. S. F.

LOUÇAS SANITÁRIAS
MATERIAL ELÉCTRICO
ENCANAMENTOS
BALNEÁRIOS
AQUECIMENTO CENTRAL
VENTILAÇÃO
ILUMINAÇÃO
CAMPAINHAS
TELEFONES
PÁRA-RAIOS
FRIGORÍFICOS «COPELAND»
ELEVADORES «STIGLER»

T. S. F.

Fundição de metais — Torneiras — Serralharia civil e artística—Latoaria—Galvanoplastia, etc.

Júlio Gomes Ferreira & C.ª, L.da

(CASA FUNDADA EM 1823)

A MAIS ANTIGA NO SEU GÊNERO

Estabelecimentos { Rua da Vitória, 82-88 / Rua Aurea, 166-170 — LISBOA

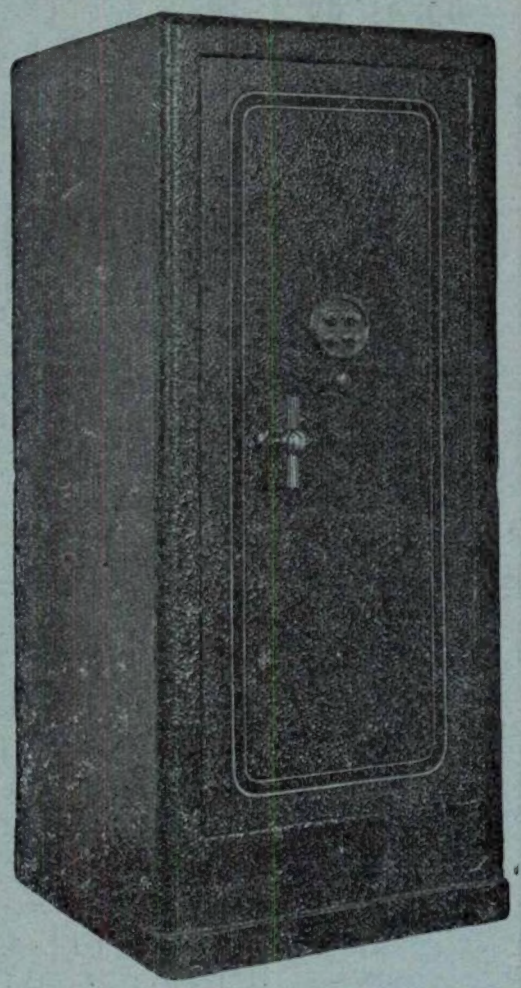
Fábrica: Rua S. Tiago, 19

Telefones 21361 P. B. X.

VENDAS A PRESTAÇÕES

Fábrica Portugal, L.DA

Regueirão dos Anjos, 96—LISBOA



SEGURANÇA ABSOLUTA CONTRA

SALAS DE EXPOSIÇÃO E VENDA:

Rua Febo Moniz, 2 a 20—Telef. 4 7158
Praça dos Restauradores, 49 a 54—Telef. 2 4048
Avenidas da República e Elias Garcia — Telef. 4 7159
Rua da Graça, 82 e 84 — Telef. 4 7160

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Engenheiros!
Arquitectos!
Proprietários!
Mestres de obras!
Donas de casa!

As nossas 12 fábricas de produtos cerâmicos espalhadas pelo País, produzindo do barro vermelho a porcelana estão ao vosso serviço, estando também ao vosso serviço os nossos depósitos de exposição e venda em

Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Faro, Portimão, Leiria, Algoz, Santarém, Setúbal e Funchal.

Sem verificardes os nossos novos preços e qualidades, não deveis comprar

Azulejos brancos, decorados e artísticos
Ladrilhos de Cimento
Louças Sanitárias
Porcelanas de mesa e para electricidade
Louças de Faiança para Mesa e Cosinha
Telhas e Tijolos
Mosaicos de Grez Cerâmico
Produtos refractários
Louças decorativas

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sede: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

DEPENDENCIAS DO PORTO

Fábrica: Quinta do Roriz — Monte do Seminário — Escritório: Rua José Falcão, 174
Dependências de Coimbra: Estação Velha — Loreto

É DO VOSSO INTERESSE PREFERIR OS NOSSOS PRODUTOS

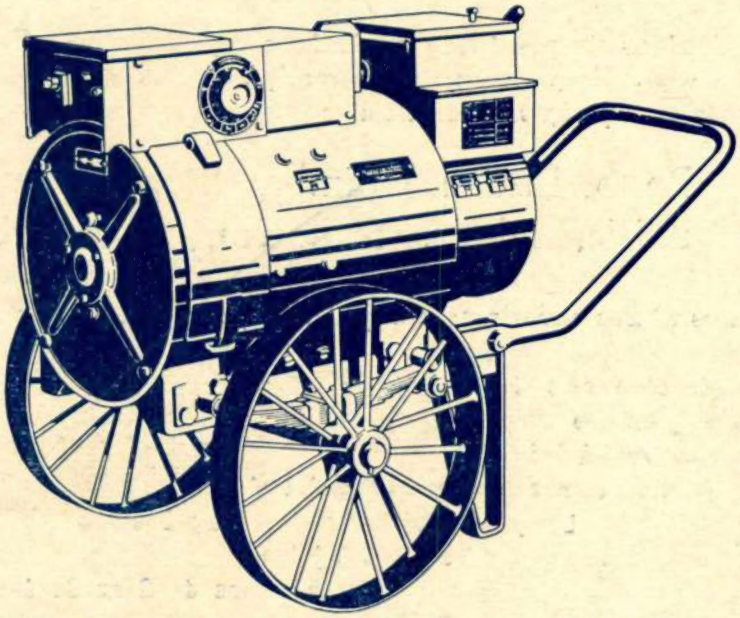
SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

A firma que instalou o maior número de kilowatts nas centrais Eléctricas Portuguesas

A firma que montou o maior número de turbinas a vapor em Portugal



Grupo para a soldadura eléctrica pelo arco de corrente contínua, 15-180 ampéres, 30-300 ampéres, 20-400 ampéres, dínamo especial sem inercia magnética

REPRESENTANTE GERAL PARA PORTUGAL E COLÓNIAS:

EDOUARD DALPHIN, ENGENHEIRO-DELEGADO

Escritório Técnico: Rua Passos Manuel, 191, 2.º — PORTO

Todas as máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminhos de ferro. Locomotivas, e auto-motoras Diessel-eléctricas Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Comandos eléctricos especiais para todas as máquinas utilisadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.